



SKRIPSI – ME141501

**STUDI KELAYAKAN BIOGAS SEBAGAI SUPLAI KELISTRIKAN
KAPAL *LIVESTOCK CARRIER* KM. CAMARA NUSANTARA 1**

Triantono Taufik
NRP 04211645000008

Dosen Pembimbing
Juniarko Prananda, ST., MT

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**



SKRIPSI - ME 141501

**STUDI KELAYAKAN BIOGAS SEBAGAI SUPLAI KELISTRIKAN KAPAL
LIVESTOCK CARRIER KM.CAMARA NUSANTARA 1**

Triantono Taufik
NRP 04211645000008

Dosen Pembimbing
Juniarko Prananda, ST., MT

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI KELAYAKAN BIOGAS SEBAGAI SUPLAI KELISTRIKAN KAPAL *LIVESTOCK CARRIER* KM. CAMARA NUSANTARA 1

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada**

**Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**TRIANTONO TAUFIK
NRP 0421 16 4500 0008**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Juniarko Prananda, ST., MT
NIP 1990 0605 2015 04 1001

()

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI KELAYAKAN BIOGAS SEBAGAI SUPLAI KELISTRIKAN KAPAL *LIVESTOCK CARRIER* KM. CAMARA NUSANTARA 1

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

TRANTONO TAUFIK

NRP 0421 16 4500 0008



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

NIP. 197708022008011007

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

STUDI KELAYAKAN BIOGAS SEBAGAI SUPLAI KELISTRIKAN KAPAL LIVESTOCK CARRIER KM. CAMARA NUSANTARA 1

Nama Mahasiswa : Triantono Taufik
NRP : 04211645000008
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Juniarko Prananda, ST., MT.

ABSTRAK

Livestock Carrier merupakan kapal yang digunakan untuk mengangkut hewan ternak khususnya sapi. Sapi-sapi yang diangkut oleh kapal KM. Camara nusantara 1 menghasilkan kotoran yang dapat diolah sebagai biogas. Biogas adalah salah satu sumber energi terbarukan yang didapatkan dari hasil penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi anaerob atau pembentukan biogas berlangsung melalui proses fermentasi anaerobik dengan kata lain proses tersebut tidak berhubungan dengan udara bebas. Biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi tersebut dapat digunakan sebagai energy alternative pengganti solar untuk suplai kelistrikan pada kapal KM. Camara Nusantara 1. Berdasarkan perhitungan biogas yang didapatkan dari kotoran sapi yang dihasilkan dari 500 ekor dengan rute pengiriman dari pelabuhan Kupang menuju pelabuhan Tanjung Priok adalah 37500 kg selama 3 hari memiliki potensi sebagai bahan baku biogas. Maka dari itu direncanakan Instalasi Biogas menggunakan 2 buah tangki digester yang memiliki kemampuan daya tampung *input filling* 108 m^3 . Dengan bahan baku biogas kotoran sapi yang akan dimanfaatkan adalah 7500 kg.BK setiap 3 hari. Pada “Geladak D” kapal KM. Camara Nusantara 1 adalah tempat komponen-komponen instalasi biogas diletakkan seperti tangki digester yang berbentuk kubah yang terbuat dari fiberglass dan *gas holder* yang memiliki bahan sama dengan tangki digester serta semua alat penunjang lainnya yang akan diletakkan pada geladak tersebut. Hasil dari penyetaraan pemanfaatan biogas sebesar 300 m^3 setiap 3 hari setara dengan energy listrik yang di hasilkan 1920 kWh. Maka didapatkan genset biogas dengan power 156 kVa. Biaya penghematan bahan bakar solar yang digantikan dengan biogas setiap tahunnya menghemat sebesar Rp. 267.618.000. dengan umur ekonomis selama 15 tahun maka pengeluaran total dapat ditekan sebesar Rp5.774.842.420. Umur ekonomis instalasi adalah 15 tahun untuk biaya investasi dan operasional yang di perlukan dalam pengembangan instalasi biogas adalah sebesar Rp, 629.963.500. Hasil pemanfaatan biogas selama 15 tahun adalah sebesar Rp. 879.856.200 per tahun yang hanya didapatkan dari hasil penjualan *Raw Material* pupuk organik. Instalasi ini memilki *payback period* selama 3.194 tahun.

Kata Kunci : *Livestock Carrier*, *Biogas*, *Instalasi Biogas*, *Kelistrikan*, *Ekonomis*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

FEASIBILITY STUDY OF BIOGAS AS ELECTRICITY SUPPLY OF LIVESTOCK CARRIER SHIP KM. CAMARA 1

Student Name : Triantono Taufik
NRP : 04211645000008
Department : Marine Engineering
Supervisor : Juniarko Prananda, ST., MT.

ABSTRACT

Livestock Carrier is a ship used to transport livestock, especially cattle (cows). The cows transported by ship KM. Camara Nusantara 1 produce cow dung or cow manure that can be processed as biogas. Biogas is a renewable energy source obtained from the decomposition of organic materials by microorganisms in anaerobic conditions and biogas formation takes place through anaerobic fermentation process. In other words, the process is not related to free air. Biogas produced from cow dung can be used as alternative energy of diesel substitute for electricity supply on ship KM. Camara Nusantara 1. Based on the calculation of biogas obtained from cattle dung of 500 cows with shipping route from Kupang port to Tanjung Priok port is 37500 kg for 3 days has potential as raw material of biogas. Therefore it is planned Biogas Installation using 2 pieces of tank digester that has the capacity of input filling 108 m³, with raw material biogas cow dung that will be utilized is 7500 kg.BK every 3 days. The "D-Deck" ship of Camara Nusantara 1 is where the components of biogas installations are laid out such as dome-shaped digester tanks made of fiberglass and gas holder having the same material as the digester tank and all other supporting tools to be placed on the deck. The result of biogas utilization equalization of 300 m³ every 3 days is equivalent to electric energy generated 1920 kWh. Then, it will obtain biogas generator with power 156 kVa. The cost of saving diesel fuel replaced with biogas each year saves as much as Rp. 267.618.000. with an economic life of 15 years then total expenditure can be reduced by Rp5,774,842,420. The economical lifespan of the installation is 15 years for the investment and operational costs required in the development of the biogas installation is Rp 629,963,500. The result of biogas utilization for 15 years is Rp. 879.856.200 per year which is only obtained from the sale of organic fertilizer Raw Material. This installation has a payback period of 3,194 years.

Keywords: Livestock Carrier, Biogas, Biogas Installation, Electricity, Economical.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr, wb.

Kami panjatkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena rahmat, taufik, serta hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu dengan judul penelitian berjudul :

“STUDI KELAYAKAN BIOGAS SEBAGAI SUPLAI KELISTRIKAN KAPAL LIVESTOCK CARRIER KM. CAMARA NUSANTARA 1”

Penulisan Tugas Akhir ini diajukan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System (MEAS)* Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Pada kesempatan kali ini, kami mengucapkan terimakasih terhadap semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Kedua orang tua penulis (Witoyo dan Tutik Tim Suwarti) juga kakak Gilang Isma Purnomo dan Indah Rahmawati atas doa, perhatian, dukungan moral, dan materi yang diberikan kepada penulis tanpa henti sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Bapak Juniarko Prananda, ST., MT, selaku dosen pembimbing pertama atas semua pelajaran baik berupa kritik, saran, moral, solusi, dan inspirasi yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menggali hal-hal baru untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Saudari Shaneza Fatma Ramadhanty yang telah memberikan waktu untuk berdiskusi mengenai penulisan dan penyusunan dalam tugas akhir dan memberikan dukungan moral kepada penulis
4. Bapak Saiful atau Gus Ipul yang telah memberikan dukungan spiritual dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Teman seperjuangan Tugas Akhir 2018 terutama teman-teman LJ Gasal Periode 2016 (Adrian, Yafi, Maful, Fauzi, Yandi, Bayu, Riri, Anton, Ekky, Ridho, dan Satryo) serta seluruh teman-teman seperjuangan Siskal Reguler dan *Double Degree* Angkatan 2013 dan 2014.
6. Teman seperjuangan angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Sahabat dan kerabat Almuni Perkapalan 2012 penulis di luar Kota Surabaya yang selalu memberikan motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini
8. Dan seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengakui bahwasannya dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangatlah penulis harapkan untuk lebih baik dan sempurnanya Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagai tambahan informasi serta wacana-wacana bagi semua pihak yang membutuhkan sehingga dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi semua pihak yang berkepentingan dalam topik Tugas Akhir ini.

Wassalamualaikum wr, wb

Surabaya, 13 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I.....	xx
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
BAB II.....	2
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Kapal Pengangkut Ternak (<i>Livestock Carrier</i>).....	3
2.2 Biogas.....	3
2.3 Komposisi Dalam Biogas	4
2.4 Persamaan Pembentukan Biogas	4
2.4.1 Persamaan Lama Waktu Fermentasi	4
2.4.2 Persamaan Volume Digester.....	5
2.4.3 Persamaan Konversi Energi Biogas	6
2.5 Standart Proses Pembentukan Biogas	6
2.6 Reaktor Biogas	8
2.7 Sistem Kelistrikan Kapal	10
2.8 Generator Set.....	11

2.9 Generator Set Biogas	11
BAB III	13
METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Diagram Alir	13
3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	14
3.3 Studi Literatur	14
3.4 Pengumpulan Data	14
3.5 Perhitungan Potensi Biogas	14
3.6 Design Instalasi Biogas	15
3.7 Analisa.....	15
3.8 Kesimpulan dan Saran.	15
3.9 Penyusunan Laporan	15
BAB IV	17
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1 Kapal Ternak (<i>Livestock Carrier</i>) KM. Camara Nusantara 1.	17
4.1.1 Ukuran Utama (<i>Principal Dimension</i>) KM. Camara Nusantara 1.....	17
4.1.2 <i>General Arrangement</i> KM. Camara Nusantara 1.....	17
4.2 Perhitungan Potensi Biogas	20
4.2.1 Ketersediaan Bahan Baku Biogas.....	20
4.2.2 Perhitungan Perencanaan Instalasi Biogas.....	21
4.2.2.1 Perhitungan Produksi Bahan Baku Biogas (Ps)	21
4.2.2.2 Perhitungan Jumlah Bahan Kering (BK)	21
4.2.2.3 Perhitungan Potensi Volume Produksi Biogas.....	21
4.2.2.4 Perhitungan Potensi Energi Listrik yang dihasilkan (E).....	22
4.3 Perencanaan Instalasi Biogas.....	22
4.3.1 Perhitungan Kapasitas Tangki Digester	22
4.4 Perlengkapan Instalasi Biogas	23
4.4.1 Rencana Proses Biogas.	23
4.5 Desain dan Tata Letak Instalasi Biogas	25
4.5.1 Desain Instalasi Biogas 1 (<i>Digester & Equipment</i>).....	25

4.5.2 Penentuan Lokasi dan Layout Instalasi Biogas	28
4.6 Skenario Produksi Biogas	29
4.7 Pemilihan Genset Biogas.	30
4.8 Analisa Kalkulasi Investasi Biogas.....	31
4.7.1 Biaya Investasi dan Operasional Biogas.	31
4.7.2 Hasil Pemanfaatan Biogas.	33
4.7.2.1 Pendapatan Pemanfaatan dari Gas-Bio.	33
4.7.2.2 Pendapatan Pemanfaatan dari Pupuk Organik.	34
4.7.3 Proyeksi Laba Rugi Pemanfaatan Biogas	37
4.7.4 Proyeksi Laporan Arus Kas (Cash Flow).....	39
4.7.5 <i>Payback Period</i>	44
BAB V	45
PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	49
BIODATA PENULIS.....	66

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Livestock Carrier</i> Camara Nusantara I	3
Gambar 2. 2 China Fixed Dome Biogas Digester	9
Gambar 2. 3 <i>Biogas Digester dengan floating gas holder</i>	9
Gambar 2. 4 Bag Biogas Digester	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Penelitian	13
Gambar 4. 1 Kapal KM Camara Nusantara 1.)	17
Gambar 4. 2 <i>Engine Room Layout</i> KM. Camara Nusantara 1	18
Gambar 4. 3 <i>General Arrangement</i> Kapal (<i>Tank & Double Bottom</i>)	18
Gambar 4. 4 <i>General Arrangement</i> Kapal (<i>Deck B & Deck A</i>)	19
Gambar 4. 5 <i>General Arrangement</i> Kapal (<i>Deck D & Deck C</i>)	19
Gambar 4. 6 Diagram Proses Produksi Biogas	24
Gambar 4. 7 <i>Front View Of Biogas Plant</i>	26
Gambar 4. 8 <i>Top View Of Biogas Plant</i>	26
Gambar 4. 9 <i>Front View Of Biogas Plant</i>	27
Gambar 4. 10 Lokasi penempatan Instalasi Biogas (tampak atas)	28
Gambar 4. 11 Lokasi penempatan Instalasi Biogas (tampak atas)	29
Gambar 4. 12 Rute Operasi Kapal <i>Livestock Carrier</i> Camara Nusantara I	29

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel perolehan biogas dari bahan mentah	4
Tabel 2. 2 Konversi Energi Biogas	6
Tabel 2. 3 Konversi Energi Berdasarkan Jumlah Sapi.	6
Tabel 4. 1 Potensi Kotoran Sapi di KM. Camara Nusantara 1	20
Tabel 4. 2 Potensi Kotoran Sapi KM. Camara Nusantara 1	20
Tabel 4. 3 Spesifikasi Peralatan Instalasi.....	27
Tabel 4. 4 Spesifikasi Genset Solar	30
Tabel 4. 5 Spesifikasi Genset Biogas	31
Tabel 4. 6 Tabel 4.6 Rincian Biaya Instalasi Biogas.	32
Tabel 4. 7 Table Kesetaraan nilai Biogas.	33
Tabel 4. 8 Penghematan Biogas Pengganti Solar.....	34
Tabel 4. 9 Pendapatan Pupuk.	35
Tabel 4. 10 Tabel 4.10 Rincian Pendapatan Pengembangan Instalasi Biogas	36
Tabel 4. 11 Proyeksi Laporan Laba-Rugi Pengembangan Instalasi Biogas	37
Tabel 4. 12 Proyeksi Laporan Arus Kas (Cash Flow) Pengembangan Instalasi Biogas.....	39

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan daging sapi khususnya Jakarta mengalami peningkatan setiap tahunnya itu berdasarkan data pada tahun 2011 hingga 2017. Pada tahun 2011 kebutuhan daging sapi yaitu sebesar 29.21 ribu ekor sedangkan pada tahun 2017 kebutuhan tersebut meningkat menjadi 58.75 ribu ekor. Diprediksi pada tahun 2016 – 2020 kenaikan kebutuhan daging sapi mengalami peningkatan dengan rata rata pertumbuhan masing masing pertahun adalah 1.93%. dari total kebutuhan konsumsi daging sapi tersebut di suplai dari luar pulau seperti Nusa Tenggara Timur, Kupang, Nusa Tenggara Barat ataupun pulau pulau yang memiliki produksi daging sapi tinggi karena di pulau jawa peternak sapi tidak dapat memenuhi kebutuhan daging sapi yang selalu meningkat.

Pemerintah Indonesia memberikan kebijakan untuk menambah dan memperbanyak jumlah kapal khusus ternak (*livestock carrier*) guna untuk memenuhi distribusi daging sapi di jawa ataupun daerah daerah yang membutuhkan pasokan daging sapi. Pemerintah Indonesia mempercayakan kapal kapal ini untuk di kelola dan di awasi dibawah kementrian perhubungan. Pemerintah Indonesia merencanakan ada 5 pembangunan kapal ternak (*livestock carrier*) mulai dari KM. Camara Nusantara 1, KM. Camara Nusantara 2, KM. Camara Nusantara 3, KM. Camara Nusantara 4, KM. Camara Nusantara 5. Untuk pembangunan Kapal dari KM. Camara Nusantara 1, KM. Camara Nusantara 2, dibangun PT. Adi Luhung.

Kapal pengangkut ternak KM. Camara Nusantara 1 merupakan kapal pertama pemerintah Indonesia yang mengangkut hasil ternak berupa sapi sebanyak 500 ekor dalam sekali angkut selama berlayar. Untuk rute pelayaran KM. Camara Nusantara 1 melayani Jakarta dengan pelabuhan awal adalah Kupang, kapal tersebut membutuhkan waktu selama kurang lebih 3 hari hingga 4 hari untuk mencapai Jakarta di pelabuhan Tanjung Priok.

Pada saat kapal berlayar ternak ternak yang berada didalam kapal akan menghasilkan kotoran. Dari kotoran sapi tersebut dapat diubah menjadi suatu energi yang terbarukan sehingga dapat untuk menyuplai kelistrikan kapal KM. Camara Nusantara 1. Berdasarkan data *Biogas Production the Methana Digester for Biogas* pada, 2014 mengenai kalkulasi energi untuk 60 ekor sapi menghasilkan Biogas sebanyak 70,5 m³/hari serta menghasilkan daya 3,05 Kw, mengingat dari jumlah sapi yang di angkut cukup banyak sehingga perlu diadakan pengkajian untuk energi terbarukan sebagai sumber listrik kapal.

Berdasarkan uraian diatas untuk tugas akhir kali ini maka dibutuhkan study kelayakan biogas sebagai suplai kelistrikan kapal pada KM. Camara Nusantara I yang dapat memenuhi kriteria teknis secara instalasi dan daya listrik dari hasil biogas dan ekonomis yang nantinya diharapkan dapat digunakan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar solar sehingga dapat menghemat biaya untuk pembelian bahan bakar solar.

1.2 Rumusan Masalah

Agar dapat berjalan lancar pada saat proses penelitian. Maka masalah masalah yang timbul perlu diketahui saat proses pengerjaan penelitian pada tugas akhir ini yaitu :

1. Berapa potensi bahan baku biogas selama kapal KM. Camara Nusantara 1 berlayar?
2. Bagaimana perencanaan proses produksi dari instalasi biogas tersebut?
3. Bagaimana desain dan *layout* instalasi biogas pada KM. Nusantara 1?

4. Bagaimana proses pemilihan Genset biogas yang sesuai dengan potensi biogas dan kebutuhan listrik kapal KM Camara Nusantara 1?
5. Bagaimana kelayakan ekonomis dari penerapan instalasi biogas sebagai sumber kelistrikan kapal KM. Camara Nusantara 1?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam pembuatan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Objek Kapal yang digunakan hanya tipe *livestock carrier* KM. Camara Nusantara 1.
2. Rute Pelayaran kapal KM. Camara Nusantara 1 menggunakan rute pelayaran kupang menuju Jakarta.
3. Penelitian tidak membahas secara terperinci mengenai proses pembentukan biogas serta faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas.
4. Penelitian tidak membahas stabilitas serta perubahan konstruksi kapal akibat adanya tambahan instalasi peralatan biogas.
5. Perhitungan biaya konstruksi dikapal tidak diperhitungkan

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir sebagai berikut :

1. Menghitung potensi bahan baku biogas selama kapal KM. Camara Nusantara 1 berlayar untuk sumber kelistrikan kapal.
2. Menentukan perencanaan proses produksi dari instalasi biogas tersebut.
3. Mendesain dan menentukan lokasi instalasi biogas pada KM. Nusantara 1.
4. Menentukan pemilihan Genset biogas yang sesuai dengan potensi biogas dan kebutuhan listrik kapal KM Camara Nusantara 1
5. Mengkalkulasi aspek ekonomis dari penerapan instalasi biogas sebagai sumber kelistrikan kapal KM. Camara Nusantara 1.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat di peroleh dari pembuatan tugas ini sebagai berikut.

1. Memberikan media pembelajaran dalam konteks perencanaan biogas sebagai sumber kelistrikan kapal secara teknis meliputi instalasi.
2. Mengetahui berbagai aplikasi pemanfaatan biogas pada kapal pengangkut ternak.
3. Sebagai sarana pengolahan limbah menjadi energi alternatif di masa mendatang yang lebih bermanfaat.
4. Sebagai kajian pengembangan ilmu pendidikan dimasa mendatang khususnya *marine engineering*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Pengangkut Ternak (*Livestock Carrier*).

Livestock Carrier merupakan kapal yang digunakan untuk mengangkut hewan ternak khususnya sapi. *Livestock Carrier* merupakan jenis KLM (Kapal Layar Motor) yang dirancang khusus memiliki paddock yang digunakan untuk menempatkan sapi-sapi yang akan dikirimkan dari satu pulau ke pulau lainnya. Paddock juga di batasi oleh pagar serta dilengkapi tempat makan minum serta kotoran sapi. Untuk di Indonesia sendiri pengoperasian kapal khusus pengangkut ternak telah diwujudkan pada akhir tahun 2015 lalu. Satu unit kapal angkut khusus ternak sapi telah diluncurkan pada tanggal 11 Desember 2015. Kapal yang diluncurkan merupakan salah satu lima kapal khusus pengangkut ternak yang direncanakan dibuat pemerintah hingga akhir tahun 2016. Pada pelayaran pertama, kapasitas kapal sebanyak 500 ekor terisi penuh.



Gambar 2. 1 *Livestock Carrier* Camara Nusantara I
Sumber : [www. Swadayaonline.com](http://www.Swadayaonline.com)

2.2 Biogas

Biogas adalah salah satu sumber energi terbarukan yang didapatkan dari hasil penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi anaerob atau pembentukan biogas berlangsung melalui proses fermentasi anaerobik dengan kata lain proses tersebut tidak berhubungan dengan udara bebas. Kandungan yang terdapat dalam biogas umumnya terdiri dari gas metana (CH_4) 50 hingga 70%, gas karbon dioksida (CO_2) 30-40% Hidrogen (H_2) 5-10% dan jumlah kandungan gas yang lainnya dalam jumlah yang lebih sedikit.

Berat dari biogas kira-kira 20% lebih ringan daripada dengan udara. Suhu bakar biogas adalah $650\text{--}750^\circ\text{C}$. Biogas tidak memiliki warna serta bau. Nilai kalor gas methana adalah 20 MJ/m^3 dengan efisiensi pembakaran mencapai 60% pada kompor konvensional. (Sri wahyuni MP, 2015)

Energi yang di dihasilkan oleh biogas tergantung dari konsentrasi metana didalam biogas. Semakin tinggi kandungan dari gas metana , semakin besar nilai kalor pada biogas. Sebaliknya jika kandungan gas metana rendah, nilai kalor pada biogas akan menjadi rendah juga. (Abbasi et al., 2012)

2.3 Komposisi Dalam Biogas

Biogas merupakan proses dekomposisi bahan organik secara tertutup dari udara bebas agar dapat menghasilkan suatu gas yang sebagian besar berupa metan dan karbon dioksida. Gas yang terbentuk di sebut gas rawa atau gas bio. Dekomposisi anaerob di bantu oleh sejumlah mikroorganisme terutama bakteri metan (Hadi, 1981). Bakteri Metanogenik berkembang dengan lambat dan sangat sensitif terdapat perubahan kondisi mendadak baik kimiawi dan fisik itu akan berpengaruh dalam pertumbuhan dan laju dari produksi gas.

Gas metan terjadi karena adanya proses fermentasi yang terjadi diantara bakteri metagenon dan non metagenon serta bahan yang di umpankan kedalam proses fermentasi sebagai input. Dari hasil penguraian tersebut akan didapatkan hasil gas seperti berikut :

Metana : 40 – 75 %	N ₂ : 0,5 – 3 %
CO ₂ : 25 – 40 %	H ₂ : < 3 %
H ₂ S : < 3 %	O ₂ : < 1 %

Bahan bahan organik yang digunakan sebagai sumber biogas antara kotoran ternak, limbah industry dan sampah organik. Dibawah ini adalah perolehan biogas dari bahan mentah :

Tabel 2. 1 Tabel perolehan biogas dari bahan mentah

Bahan Mentah	Perolehan (Liter/(kgPOK))	Perolehan rata-rata (Liter/kgPOK)
Kotoran babi	340-550	445
Kotoran sapi	90-320	200
Kotoran Kuda	200-300	250
Kotoran Domba	90-310	200

Sumber : Wahyuni,2013

Dengan demikian, komposisi penyusun biogas yang utama adalah gas metana (CH₄) dan gas karbon dioksida dengan sedikit hidrogen sulfida. Serta faktor pendukung untuk mempercepat proses fermentasi adalah proses lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan bakteri perombak.

2.4 Persamaan Pembentukan Biogas

Adapun beberapa persamaan dalam menentukan proses dalam pembentukan biogas dari proses fermentasi limbah organik pada digester anaerob :

2.4.1 Persamaan Lama Waktu Fermentasi

Lama waktu fermentasi atau penguraian secara teoritis adalah waktu tinggal material organik yang ada didalam tangki digester. Material organik selama didalam tangki digester akan terjadi proses pertumbuhan bakteri anaerob pengurai, proses penguraian material organik serta stabilisasi pembentukan biogas menuju kepada kondisi optimalnya. Dapat dikatakan, lamanya waktu penguraian (*Hydraulic Retention Time-HRT*) mencapai 70% sampai 80% dari total waktu proses pembentukan biogas , jika suatu siklus pembentukan biogas berlangsung ideal yaitu 1 kali proses penginputan material organik akan

mendapatkan biogas sebagai proses akhirnya. HRT dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{HRT (days)} = \frac{\text{Volume Digester (m}^3\text{)}}{\text{Laju Penambahan Bahan Organik Harian } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{day}}\right)} \dots \dots (2.1)$$

Bila suatu material merupakan padatan kering (*dry-matery-DM* atau disebut juga *Total Solid –TS*) berkisar 4-12% maka waktu yang dibutuhkan untuk optimum penguraian (*Optimum Retention Time*) berkisar antara 10-15 hari. Bila DM lebih tinggi dari nilai presentasi padatan kering diatas, berarti material organik mempunyai konsentrasi lebih padat jadi lamanya waktu penguraian menjadi spesifik, sehingga berlaku persamaan lama waktu penguraian spesifik (*specific retention time-SRT*) berikut :

$$\text{SRT} = \frac{\text{Masa padatan organik dalam digester anaerob (kg)}}{\text{Laju Pembuangan Padatan Sisa Digester (kg/day)}} \dots \dots (2.2)$$

Diatas merupakan untuk bahan organik spesifik. Laju penambahan limbah organik (*Specific Loading Rate-SLR*) sebagai berikut :

$$\text{SLR} = \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3/\text{day}}\right) = \frac{\text{Bahan Organik yang ditambahkan } \left(\frac{\text{kgODM}}{\text{day}}\right)}{\text{Volume Digester (m}^3\text{)}} \dots \dots (2.3)$$

Nilai SLR sangat di pengaruhi dari kedalaman tangki digester dan juga parameter lainnya bisa di jaga dalam kondisi yang ideal, nilai optimal SLR didapatkan berkisar anatara 3 hingga 6 kg ODM/m³ (Didit Waskito,2011)

2.4.2 Persamaan Volume Digester

Untuk menentukan kapasitas volume digester yang dibutuhkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan seperti berikut ini :

$$V_d = S_d \times R_t \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3/\text{hari} \times \text{jumlah hari}}\right) \dots \dots (2.4)$$

Suhu mencerna pada akhirnya untuk menentukan waktu retensi. Untuk suatu pembangkit dari desain yang sederhana, waktu untuk retensi minimal adalah 40 hari. Waktu untuk retensi ekstra panjang akan dapat meningkatkan hasil gas sebanyak 40% . Pemberian Substrat bergantung pada berapa banyak air yang harus ditambahkan ke dalam substrat untuk mencapai nilai kandungan padatan 4-8%

$$\text{Substrate input (Sd)} = \text{Biomass (B)} + \text{Water (W)} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{d}}\right] \dots \dots (2.5)$$

Untuk kebanyakan pembangkit biogas pertanian, rasio pencampuran untuk kotoran/feses dan air (B:W) adalah 1 : 3 dan 2 : 1.

2.4.3 Persamaan Konversi Energi Biogas

Sebagai sumber energi alternatif biogas dapat digunakan sebagai penggerak generator pembangkit tenaga listrik dan dapat menghasilkan energi panas. Untuk 1 m³ Biogas dapat menghasilkan energi panas sebesar 10Btu (2.25kkal) yang setara dengan 6 kWh/m³ energi listrik atau 0.61 L premium, 0.58 L minyak tanah, 0,55 L diesel, 0,45 L LPG, 1,50 katu Bakar , 0,79 bioetanol

Pada buku yang membahas tentang energi yang terbarukan yang berjudul *Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage* Karya Bent. Sorensen menyebutkan bahwa untuk 1 kg gas metan itu setara dengan 6.13×10^7 J, sedangkan 1 kWh setara dengan 3.6×10^7 J. Untuk massa jenis gas metan 0.656 kg/m³ biogas dapat menghasilkan listrik sebesar 6,4 kWh/hari. Untuk lebih spesifiknya dapat dilihat di tabel 2.

Tabel 2. 2 Konversi Energi Biogas

Nama	Setara Energi	Referensi
1 m ³ Biogas	$2,3 \times 10^7$ Joule	<i>Renewable Energy Conversion, Transmission, and Storage, Bent, Sorensen Juni 2007</i>
1 Kg Metana	$6,13 \times 10^7$ Joule	
1 m ³ Natural Gas	$3,6 \times 10^6$ Joule	
1 kWh	$3,6 \times 10^6$	

Biogas didapatkan dari hewan ternak yang dalam kasus ini adalah sapi, setiap harinya seekor sapi dewasa dapat menghasilkan hingga 25 kg kotorn perharinya. Sehingga untuk setiap 1 ekor sapi dapat menghasilkan biogas 0.94 m³/hari. Berdasarkan *Biogas Production The Methane Digester for Biogas*, 2014) yang di tuangkan dalam bentuk tabel konversi energi berdasarkan jumlah sapi sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Konversi Energi Berdasarkan Jumlah Sapi.

Kalkulasi	Jumlah Sapi (Ekor)		
	60	400	1224
Biogas yang di hasilkan (m ³ /ekor/hari)	0.94	0.94	0.94
Biogas yang dihasilkan dari peternakan dalam kapal (m ³ /hari)	70,5	470	1438.2
Daya yang dihasilkan (Kw)	3.05	20.3	621
Energi yang dihasilkan (kWh)	73.2	487.2	1490.5

Sumber : *Biogas Production the methane digester for biogas*, 2014

2.5 Standart Proses Pembentukan Biogas

Biogas dapat terbentuk karena ada beberapa faktor yang harus di penuhi. Beberapa faktor pendukung untuk mempercepat proses fermentasi adalah kondisi lingkungan yang

mendukung bagi pertumbuhan bakteri perombak. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produksi biogas sebagai berikut (Simamora dkk,2006), Yaitu :

1. Kondisi Anaerob

Biogas dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik oleh mikroorganisme anaerob. Oleh sebab itu, tangki pengolah biogas harus kedap udara.

2. Bahan Baku Isian

Bahan baku isian yaitu suatu bahan organik berupa kotoran hewan ternak, limbah perternakan sisa dapur, dan sampah organik. Bahan baku ini tidak boleh tercampur dengan bahan anorganik seperti pasir, batu, plastik dan kaca. Bahan baku ini harus mengandung bahan kering sekitar 7-9%. Keadaan bisa didapatkan dengan melakukan pengenceran menggunakan air yang perbandingannya 1:1 (bahan baku : air)

3. Rasio C/N

Hubungan antara jumlah karbon dan nitrogen yang terkandung dalam bahan organik sangat menentukan kehidupan dan aktivitas dari mikroorganisme. Apabila rasio C/N sangat tinggi, nitrogen akan dikonsumsi sangat cepat oleh bakteri metan. Itu akan mengakibatkan, produksi metan akan menjadi lebih rendah.

4. Derajat Keasaman

Derajat keasaman mempunyai efek yang cukup tinggi terhadap aktivasi biologis. Umumnya biogas terproduksi secara optimal pada nilai pH dari campuran input didalam digester berada pada kisaran 6 hingga 7. Derajat Keasaman adalah fungsi waktu didalam digester tersebut. Pada tahapan awal terjadinya proses fermentasi asam organik dalam jumlah besar yang diproduksi oleh bakteri pembentuk asam yang nantinya akan didapatkan nilai pH didalam digester mencapai 5. Keadaan tersebut dapat menghentikan proses fermentasi. Bakteri-bakteri metanogenik memiliki kepekaan yang sangat tinggi terhadap pH dan tidak dapat bertahan hidup dibawah pH 6. Produksi untuk terbentuknya gas metana dalam kondisi instabil, kisaran nilai pH 7,2-8,2.

5. Temperatur

Suhu yang terlalu ekstrem tinggi ataupun rendah membuat bakteri metanogen dalam keadaan tidak aktif. Suhu yang optimum 35° C. Jika terjadi penurunan suhu 10° maka bakteri metanogenan menjadi berhenti. Pada kisaran mesofilik produksi gas yang dihasilkan sangat bagus. Yaitu antara 25° C dan 40° C. Penggunaan isolas yang baik akan membuat membantu proses produksi gas menjadi baik.

Massa bahan yang sama akan dicerna dua kali lebih cepat pada 35° di bandingkan pada suhu 15° dan hampir 15 kali lebih banyak gas pada waktu proses yang sama, Meynell,1976 mengatakan jumlah total dari gas yang diproduksi pada jumlah bahan yang tetap, meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur.

6. Laju Pengumpanan

Laju pengumpanan adalah jumlah bahan yang harus dimasukkan ke dalam tangki digester per unit kapasitas perhari. Untuk kotoran ternak sapi 6 kg per m³ volume digester adalah direkomendasikan pada jaringan pengolah kotoran sapi. Jika terlalu banyak bahan yang dimasukkan akan terjadi akumulasi asam sehingga produksi gas metana akan terganggu tetapi jika pengumpanan kurang maka produksi gas akan rendah.

7. Zat Toksin

Toksin merupakan kandungan zat yang ada dalam bahan organik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan biogas serta dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Ion mineral, logam berat dan detergen, seperti tembaga, pestisida, kapur dan antibiotik yang bersifat racun. Salah satunya untuk merangsang tumbuhnya bakteri dalam digester maka dibutuhkan ion digester tapi jika terlalu banyak ion mineral maka akan menjadi racun untuk bakteri mikroorganisme tersebut.

8. Pengadukan Bahan Baku.

Pengadukan bahan baku ini dimaksudkan untuk menjaga stabilitas proses yang terjadi didalam tangki digester dengan tujuan menghapuskan metabolit yang di hasilkan oleh metagogen, pencampuran substrat yang di maksudkan untuk menghindari terjadinya pembentukan sampah serta sedimentasi .

9. Waktu Retensi

Waktu retensi merupakan rata rata periode dimana bahan baku organik di masukan di dalam tanmngki digester dan selama proses metanogonen. Waktu retensi sangat di pengaruhi oleh faktor lain seperti suhu, pengenceran dan laju pemasukan bahan. Waktu retensi yang di butuhkan untuk didalam di gester berkisar antara 29-60 hari tergantung pada jenis bahan organik yang di gunakan. Waktu retensi makin cepat jika suhu adalah 35°

10. Konsentrasi H₂S

H₂S dapat menyatu dengan air untuk membentuk Asam sulfat. Asam sulfat tersebut akan menimbulkan sifat korosif yang akan merusak mesin. Selanjutnya, kosentarsi tinggi H₂S tinggi akan meracuni sel sehingga akan mengurangi proses pemetukan metan.

11. Total Solid Content (TS)

Total solid content adalah jumlah materi padatan yang ada dalam suatu limbah bahan organik selama proses dalam di gester berlangsung. Ini dapat mengidentifikasikan laju penghancuran ataupun pembusukan material padatan limbah organik.

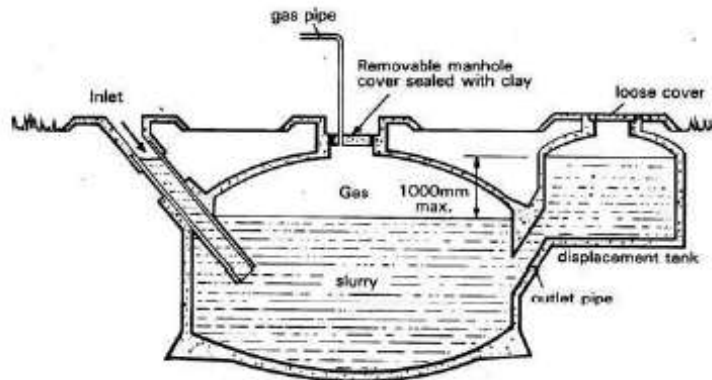
2.6 Reaktor Biogas

Prinsip dari reaktor biogas adalah untuk menciptakan ruang kedap udara yang menyatu dengan suatu instalasi atau saluran pemasukan dan bak pengeluaran. Bak pemasukan dimaksudkan agar terjadi proses homogenisasi= dari bahan baku limbah cair dan padat. (Wahyuni,2013) adapun pada prinsip terdapat empat tipe digester yang di kembangkan adalah.

1. Reaktor Kubah Tetap (*Fixed-Dome*)

Reaktor ini dibuat pertama kali di China pada tahun 1930 maka reaktor ini juga di sebut sebagai reaktor China. Seiring perkembangannya reaktor ini berkembang dengan beberapa model yaitu digester sebagai tempat pencernaan material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri pembentukan asam ataupun bakteri pembentuk gas metana. Pada bagaian ini dapat dibuat dengan cara memberikan kedalaman tertentu menggunakan batu bata atau beton. Struktur harus kuat karena untuk menahan agar gas tidak bocor. Pada bagian kedua adalah kubah tetap tempat ini untuk mengumpulkan gas yang terbentuk dari fermentasi bahan organik dan

tempat ini berbentuk seperti kubah. Gas yang terbentuk akan di alirkan kedalam suatu kubah dan di simpan di dalamnya.

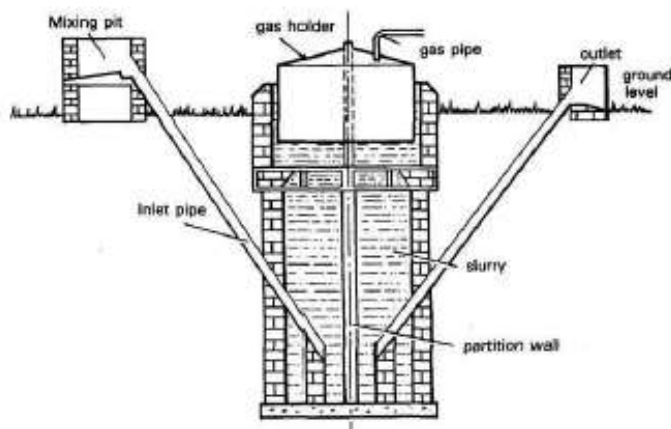


Gambar 2. 2 China Fixed Dome Biogas Digester
(sumber. www.fao.org)

Adapun keuntungan dan kerugian dari penggunaan tipe kubah ini adalah untuk keuntungan dari tipe reaktor ini biaya konstruksi lebih murah daripada menggunakan tipe terapung karena tidak menggunakan bahan dari besi serta biaya perawatan lebih murah. Sedangkan untuk kerugiannya mudah retak jika campuran untuk pengaduk semena kurang baik ataupun jika terjadi guncangan serta banyaknya pori-pori dalam permukaan reaktor ini jika terjadi kebocoran akan sulit ditemukan.

2. Reaktor Floating Gas Holder

Reaktor India atau juga di kenal dengan reaktor Floating ini dikembangkan pada tahun 1937. Reaktor ini hampir seperti reaktor kubah karena juga sama halnya memiliki kubah di atasnya perbedaannya terletak pada penampungan gas menggunakan peralatan bergerak menggunakan drum. Drum ini naik turun yang berfungsi untuk menyimpan gas hasil dari fermentasi. Pergerakan drum diakibatkan juga oleh jumlah gas yang dihasilkan.

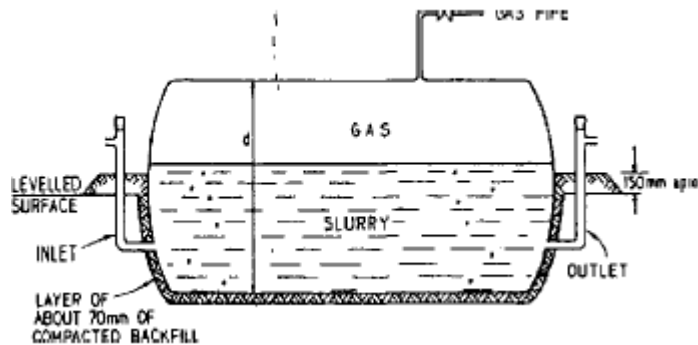


Gambar 2. 3 Biogas Digester dengan floating gas holder
(sumber. www.fao.org)

Keuntungan dari penggunaan reaktor ini adalah dapat secara langsung melihat volume gas yang ada pada drum di sebabkan oleh pergerakan dari pada drum tersebut. Sedangkan kerugiannya adalah biaya konstruksi lebih mahal serta faktor korosi pada drum juga menjadi masalah sehingga bagian pengumpul gas pada reaktor ini lebih singkat di bandingkan kubah tetap.

3. Reaktor Balon

Reaktor jenis ini adalah reaktor yang paling banyak di gunakan dalam skala rumah tangga karena menggunakan bahan plastik sehingga lebih efisien dalam penanggannya dan perubuhana bentuk biogas didalamnya. Reaktor ini terdiri satu bagian yang berfungsi sebagai digester dan penyimpanan gas masing masing bercampur dalam suatu ruangan tanpa sekat. Material organik terletak di bagian bawah disebabkan memiliki berat yang lebih berat di bandingkan gas yang akan mengisi pada rongga atas.



Gambar 2. 4 Bag Biogas Digester
(sumber. www.fao.org)

4. Reaktor *Fiberglass*.

Reaktor *fiberglass* ini adalah reaktor yang menggunakan bahan dari *fiberglass* sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan bentuk dari biogas juga serta lebih kuat dan permukaannya halus tidak berpori jadi untuk kebocoran didalam sangat kecil. Reaktor ini terbagi menjadi satu bagian yang memiliki fungsi sebagai digester sekaligus penyimpanan gas yang masing masing bercampur salah satu ruangan tanpa sekat. Reaktor ini dapat di pindahkan sewaktu waktu.

2.7 Sistem Kelistrikan Kapal

Sistem kelistrikan pada kapal merupakan system yang berperan sangat penting, listrik dikapal biasanya untuk menyuplai kebutuhan listrik peralatan peralatan yang membutuhkan energi listrik seperti system navigasi, system penerangan system bongkar muat serta sebagai suplai listrik pompa-pompa pada system yang ada pada kapal. Energi untuk beban penerangan dan beban daya sistem kelistrikan suatu kapal biasanya disuplai oleh dua atau lebih generator. 2 generator harus dapat menyuplai seluruh kelistrikan pada kapal saat kapal berlayar. Selain itu juga dapat disuplai dari emergency generator atau dari baterai (aki). Daya

listrik keluaran dari generator ini biasanya semua akan dipusatkan menuju ke satu Main Switch Board (MSB). Biasanya, emergency switchboard dan sistem emergency distribution dayanya terhubung dengan bus tie dari switchboard di kapal. Jika sistem pelayanan daya di kapal mengalami kegagalan/kerusakan, sistem emergency distribution akan secara otomatis berpindah dari pelayanan normal ke pelayanan emergency generator.

2.8 Generator Set

Genarator adalah sebuah alat yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik, energi listrik didapatkan karena adanya arus eksitasi yang menginduksi rotor yang mengubah lilitan menjadi medan magnet sementara. Adapun Generator Set yaitu kombinasi dari mesin diesel dan generator listrik (alternator) untuk menghasilkan listrik. Sumber dari energi mekanik di dapatkan dari mesin diesel yang di peroleh dari hasil kompresi bahan bakar berupa solar ataupun bahan bakar lainnya seperti gas.

Pemilihan daya yang tepat dari generator ini sangat penting karena untuk menghindari kekurangan daya. Daya pada generator set berkisar antara 8 sampai 30 MW ini biasanya di gunakan untuk kebutuhan rumah. Untuk industri yang lebih besar 8 kW hingga 2000kW atau 2500 kVa tiga fasa yang digunakan untuk industri besar. Generator set dipilih berdasarkan beban listrik agar dapat memasok sesuai karakteristik beban listrik seperti kW, kVa, var.

Bahan bakar solar hanya sebagai pengapian kompresi dan dapat beroperasi pada bahan bakar yang berbeda tergantung pada konfigurasi mesin diesel tersebut. Bahan bakar berupa solar di injeksikan kedalam ruang bakar udara melalui katup masuk yang selanjutnya udara tersebut di kompresikan sampai mencapai suhu dan tekanan yang tinggi. Dengan suhu dan tekanan yang tinggi udara dalam silinder yang cukup tinggi maka partikel partikel bahan bakar akan menyala sendiri dan menghasilkan ledakan yang mendorong piston dan kemudian akan menggerakkan poros pada generator sehingga terjadi energi mekanik yang dapat menggerakkan generator.

2.9 Generator Set Biogas

Biogas merupakan salah satu sumber energy alternative yang dapat digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik. Supaya Biogas dapat digunakan untuk menyuplai energy listrik maka dibutuhkan suatu peralatan untuk mengkonversi dari biogas menjadi suatu energy. Alat yang dapat untuk mengkonversi energy dari biogas menjadi energy listrik yaitu Generator Set Biogas.

Generator Set Biogas atau Genset Biogas memiliki system kerja yang hampir sama dengan genset konvensional lainnya, untuk sumber energi pada genset konvensional digunakan bahan bakar fosil yaitu solar akan tetapi untuk genset biogas sumber energy ada 2 yaitu solar dan biogas murni itu sendiri. Pada umumnya genset biogas memiliki perangkat tambahan berupa mixer dan regulator. Mixer pada genset biogas digunakan untuk mencampurkan udara dan biogas yang terisap mesin dan menjadi udara yang homogen. Akan tetapi solar masih dibutuhkan untuk *pre-combution* karena mesin diesel harus menggunakan sistem kompresi untuk pemicu pembakarannya.

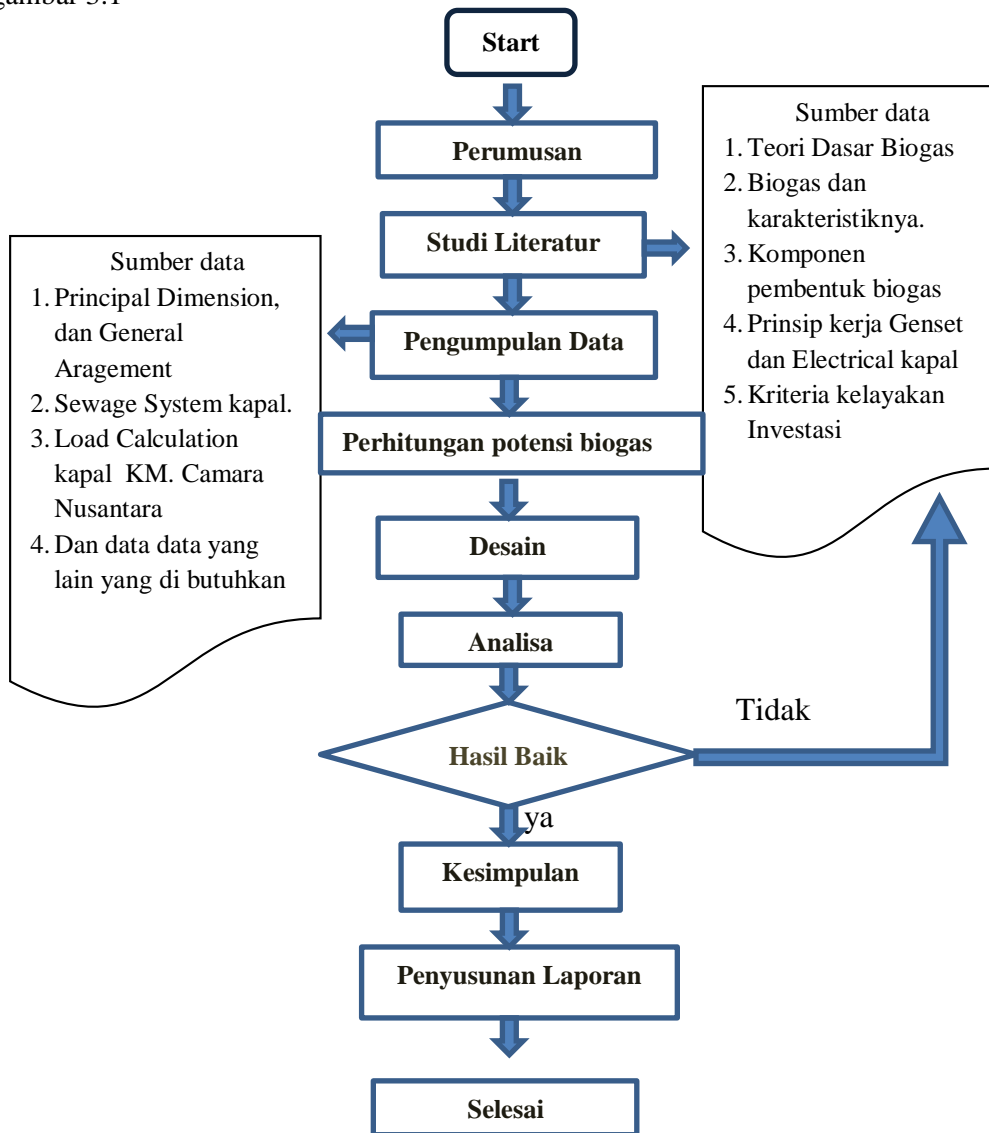
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Metodologi Penelitian yang di gunakan dalam tugas akhir ini terdiri dari analisa teknik dan ekonomis dalam merencanakan instalasi biogas sebagai sumber kelesitrikan kapal. Metodologi penelitian ini secara lengkap disajikan dalam bentuk diagram alir seperti pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Penelitian

Diagram alir pada gambar 3.1 merupakan tahapan tahapan dilakukan dalam proses pengerjaan tugas akhir. Berikut ini merupakan uraian dari diagram alir tersebut.

3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengidentifikasian masalah dari satu kasus yang akan menjadi objek penelitian. Mulai dari penyusunan latar belakang, rumusan masalah dan batas masalah dilakukan agar penulisan lebih fokus dan mencapai hasil yang maksimal. Identifikasi masalah telah dituliskan pada bab 1 dalam rumusan masalah. Setelah identifikasi masalah, dilakukan studi literatur yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi pendukung terkait penulisan tugas akhir. Setelah itu dilakukan pengumpulan data.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur salah satu tahapan dalam melakukan tugas akhir bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, informasi serta konsep-konsep dasar. Studi literatur dalam tugas akhir didapatkan dari buku, jurnal, website, maupun laporan penelitian yang berkaitan dengan teori-teori dan data-data yang akan digunakan dalam tugas akhir ini dalam perhitungan konversi energi biogas serta kebutuhan biogas untuk suplai energi listrik pada kapal KM. Camara Nusantara. Adapun literatur yang dipelajari antara lain :

1. Karakteristik kapal *Livestock Carrier* KM. Camara Nusantara 1
2. Karakteristik Kotoran sapi sebagai bahan baku biogas.
3. Studi literatur mengenai teori dasar biogas dan karakteristiknya.
4. Studi literatur sistem kelistrikan kapal.
5. Studi literatur mengenai proses pembentukan biogas
6. Studi literatur mengenai peralatan mengenai utama dan pendukung yang menunjang terbentuknya instalasi biogas.

Diharapkan setelah melakukan studi literatur maka dapat membantu proses menentukan suatu sistem instalasi biogas yang baik dan sesuai dengan kriteria dari literatur yang digunakan.

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dimaksudkan untuk mendapatkan informasi terkait dengan objek yang akan diteliti. Pada Tugas Akhir kali ini data yang dibutuhkan antara lain :

1. Data Spesifikasi Kapal *Livestock Carrier* KM. Camara Nusantara
 2. Gambar *General Arrangement* (Rencana Umum) *Livestock Carrier* KM. Camara Nusantara
 3. Gambar *Sewage System* Kapal *Livestock Carrier* KM. Camara Nusantara
 4. Kebutuhan Listrik (*Load Calculation*) Kapal *Livestock Carrier* KM, Nusantara
- Merupakan data yang diperoleh dari kapal pengangkut ternak (*livestock carrier*)

Dari data yang dituliskan di atas akan digunakan untuk suatu perhitungan menentukan kapasitas digester serta menentukan lokasi serta layout untuk menentukan letak instalasi biogas dan juga untuk menentukan generator set yang akan digunakan.

3.5 Perhitungan Potensi Biogas

Setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul maka tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan yang berhubungan dengan biogas. Perhitungan yang akan dilakukan yaitu dari potensi ketersediaan bahan baku biogas pada kapal, kemudian penentuan jumlah

digester yang akan digunakan sebagai bahan baku biogas, hingga potensi yang nanti kan di dapatkan melalui persamaan yang akan didapatkan pada proses studi literatur.

3.6 Design Instalasi Biogas

Melalui perolehan data, maka akan didapatkan daya yang dihasilkan biogas untuk mendesain Instalasi biogas sebagai sumber kelistrikan kapal. Tahapan yang akan dilakukan adalah menentukan kapasitas tangki digester dan peralatan instalasi biogas sesuai dengan hasil perhitungan dan juga menentukan pemilihan hgenerator gas serta menentukan rencana proses produksi biogas pada kapal KM. Nusantara 1. Pada desain kali ini instalasi biogas juga di lakukan desain dari instalasi biogas serta menentukan tata letak dari instalasi tersebut

3.7 Analisa

Merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengamati/mengkaji hasil dari desain biogas untuk menyuplai kebutuhan daya pada KM. Camara Nusantara 1 dengan pendekatan konversi energi serta akan di lakukan perhitungan biaya investasi nilai keekonomian dari perencanaan sistem instalasi biogas dan operasional yang dibutuhkan untuk pengembangan instalasi biogas. Yang nantinya diharapkan didapatkan proyeksi laba dan rugi serta proyeksi arus kas dari usaha tersebut. Selain itu juga pada tahapan ini juga di lakukan analisa kelayakan investasi diantaranya, *payback period*,

3.8 Kesimpulan dan Saran.

Langkah Terakhir adalah membuat kesimpulan keseluruhan proses yang telah dilakukan sebelumnya serta memberikan jawaban atas permasalahan yang ada, saran saran diberikan berdasarkan hasil dari penyusunan laporan yang dapat dijadikan dasar pada penlitian selanjutnya, baik terkait secara langsung pada penelitian ini ataupun pada data data dan metodologi yang nantinya akan direfrensi.

3.9 Penyusunan Laporan

Melalui perolehan data Analisa dan desain yang didapat sebelumnya, maka pada dilakukan penyusunan laporan dari rumusan hingga kesimpulan dan saran guna untuk memudahkan untuk membaca tugas akhir ini.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Kapal Ternak (*Livestock Carrier*) KM. Camara Nusantara 1.

Pada tugas akhir kali ini semua pembahasan yang akan di uraikan semuanya difokuskan pada satu jenis tipe kapal yaitu kapal pengangkut ternak (*livestock carrier*) KM. Camara Nusantara 1.

4.1.1 Ukuran Utama (*Principal Dimension*) KM. Camara Nusantara 1.

Kapal ternak (*Livestock Carrier*) KM. Camara Nusantara 1 adalah kapal pengangkut hewan ternak pertama kali yang dimiliki pemerintah Indonesia. Kapal ini memiliki Spesifikasi sebagai berikut :

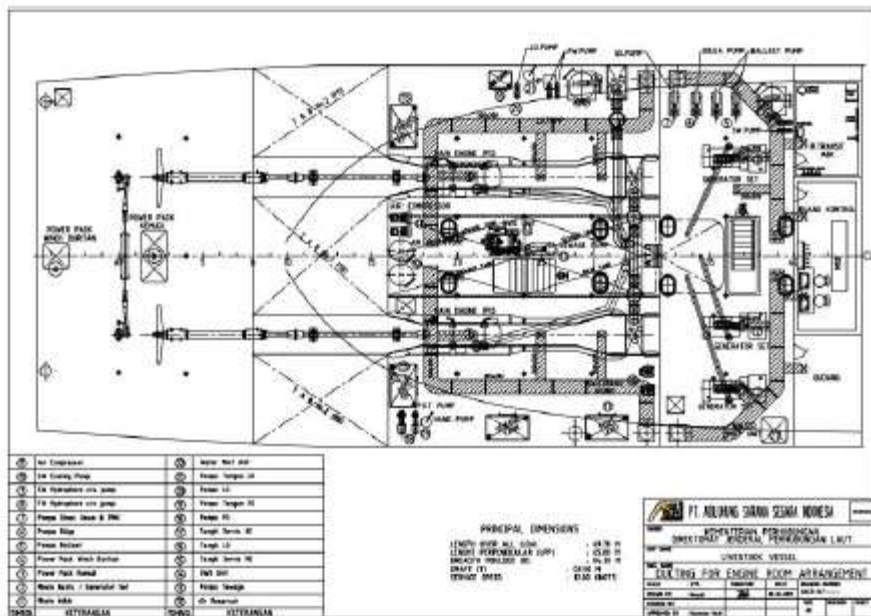


Gambar 4. 1 Kapal KM Camara Nusantara 1.)
(Sumber :<http://economy.okezone.com>)

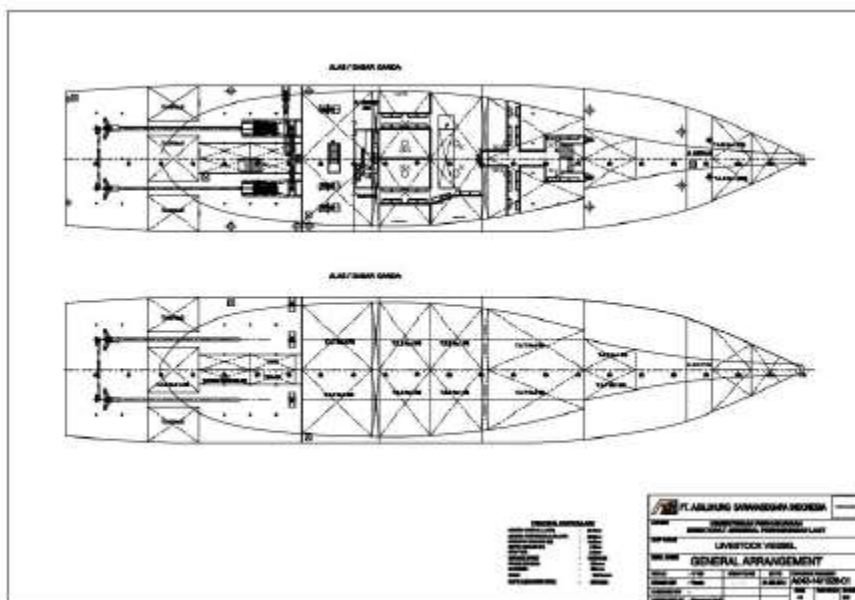
Tipe Kapal	: Livestock Carrier	Crew	: 32 person
LOA	: 69.78 m	Cattle	: 500 Cattle
LPP	: 65.80 m		
B	: 13.86 m		
H	: 4.40 m		
T	: 3.50 m		
Servis Speed	: 12.00 Knots		
Frame Spacing	: 600 mm		
Chamber	: 200 mm		

4.1.2 *General Arrangement* KM. Camara Nusantara 1

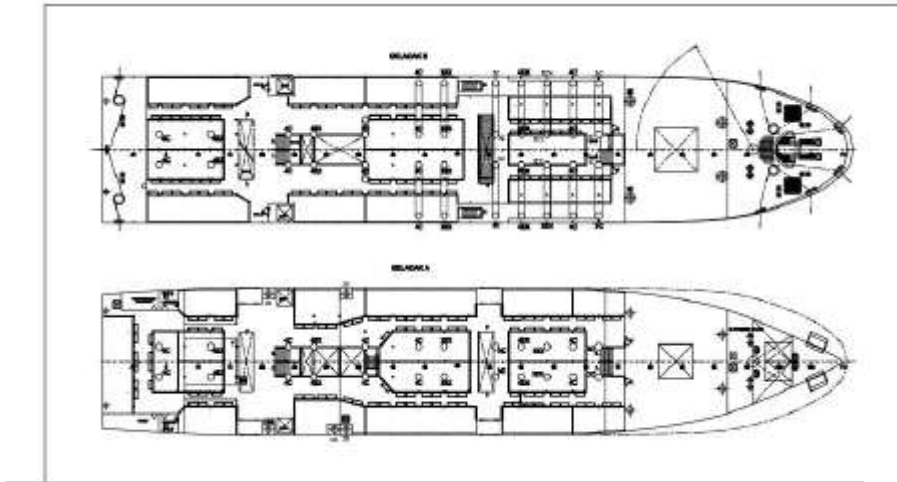
General Arrangement (Rencana Umum) dalam tugas akhir ini digunakan untuk merencanakan meletakan sistem instalasi biogas pada kapal KM. Camara Nusantara 1 guna mengetahui terlebih dahulu kondisi ruangan yang ada pada kapal tersebut, yang nanti dapat memudahkan dalam merencanakan dan penyesuaian lokasi yang tepat dan tidak mengganggu sistem sistem yang lainnya. Oleh sebab itu pada gambar 4.2-4.5 adalah gambar daripada *General Arrangement* dan juga engine room layout dari kapal KM. Camara Nusantara 1 yang didapatkan dari PT. Adi Luhung Saranasegara Indonesia.



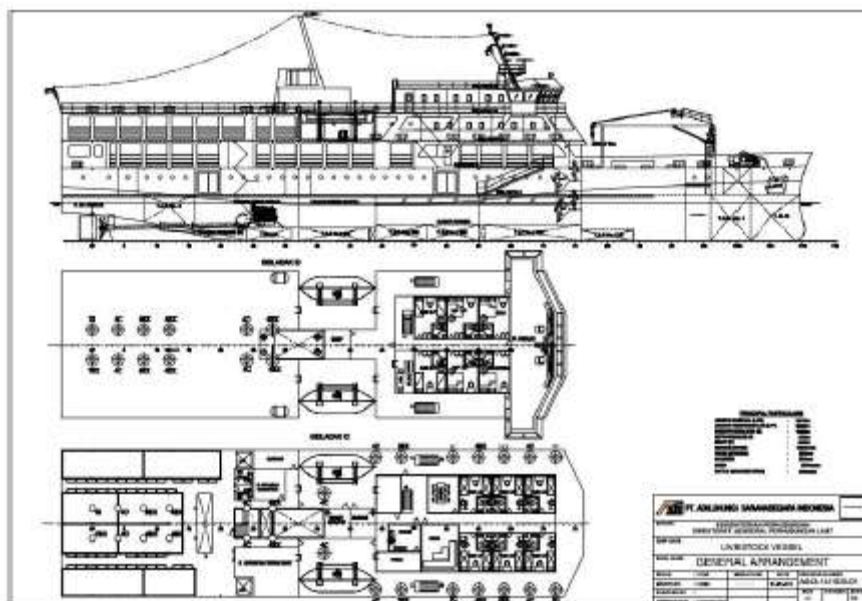
Gambar 4. 2 Engine Room Layout KM. Camara Nusantara 1
(Sumber : PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia)



Gambar 4. 3 General Arrangement Kapal (Tank & Double Bottom)
(Sumber : PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia)



Gambar 4. 4 *General Arrangement* Kapal (*Deck B & Deck A*)
(Sumber : PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia)



Gambar 4. 5 *General Arrangement* Kapal (*Deck D & Deck C*)
(Sumber : PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia)

Gambar 4.2 Merupakan gambar tampak atas dari kamar mesin atau dapat disebut juga *Engine Room Layout*. Pada Gambar 4.3 adalah gambar *General Arrangement* Kapal penampang atas dari dari double bottom atau tanktop KM. Camara Nusantara 1. Gambar 4.4 merupakan gambar tampak atas dari geladak B dan geladak A. Adapun pada gambar 4.5 merupakan gambar rencana umum KM. Camara Nusantara 1 yang terdiri dari pandangan samping pandangan atas dari geladak D & geladak C.

4.2 Perhitungan Potensi Biogas

Analisa teknis awal pemanfaatan biogas akan dipaparkan pada subbab kali ini yang akan diawali dengan perhitungan potensi kotoran sapi yang dapat dilakukan pada kapal pengangkut ternak KM. Camara Nusantara 1 serta juga rencana pemanfaatan presentase pemanfaatan yang akan di buat sistem instalasi pada kapal tersebut dengan mempertimbangkan ruang yang ada pada kapal serta kelangsungan input filling kotoran sapi selama kapal mengangkut hewan ternak. Tabel 4.2 merupakan tabel dasar untuk menentukan perhitungan potensi biogas pada tugas akhir kali ini. Dimana potensi jumlah kotoran sapi yang di peroleh dari sapi sebesar 25-30 kg perhari dengan kandungan bahan kering sekitar 20% serta dapat menghasilkan biogas sebanyak 0.23-0.4m³/kg.BK,

Tabel 4. 1 Potensi Kotoran Sapi di KM. Camara Nusantara 1

Jenis Ternak	Bobot Ternak/ekor	Produksi Kotoran (kg/hari)	% Bahan Kering
Sapi Potong	520	29	20
Sapi Perah	640	50	14
Ayam Petelur	2	0.1	26
Ayam Pedaging	1	0.06	25
Babi Dewasa	90	7	9
Domba	40	2	26

Sumber : United Nations (1984)

4.2.1 Ketersediaan Bahan Baku Biogas

Potensi limbah buangan dari kapal KM. Camara Nusantara 1 berupa limbah organik yang dapat di bagi berdasarkan jenisnya :

- Limbah organik sanitasi dari penumpang kapal
- Limbah organik dari buangan galley berupa sisa sayuran, sisa nasi ikan dan daging.
- Limbah organik dari hewan ternak khususnya sapi yang dibawa selama pelayaran.

Pembahasan tugas akhir kali ini akan difokuskan seputar pemanfaatan limbah organik yang berasal dari kotoran hewan dalam khusus ini adalah sapi. Berdasarkan tabel 4.1 untuk bahan baku yang dikeluarkan setiap harinya sebanyak 25-30 kg. Sehingga dengan maksimal total yang dapat diangkut oleh kapal KM. Camara Nusantara 1 yaitu 500 ekor, maka total potensi maksimum sewage perhari 12500 kg perhari. Dari dasar tugas akhir ini lama pelayaran sebagai penentu jumlah bahan baku dari kotoran sapi. Dari total lama pelayaran selama 7 hari maka diambil selama 3 hari untuk total kotoran sapi yang menjadi bahan baku.

Tabel 4. 2 Potensi Kotoran Sapi KM. Camara Nusantara 1

Limbah Ruang Muat (Sapi)	Potensi Bahan Baku
Jumlah Kotoran Sapi	25 kg/hari
Jumlah muatan maksimum (500 sapi)	12500 kg/hari
Jumlah kotoran selama 3 hari	37500 kg

Dari tabel 4.2 diatas jumlah potensi dari kotoran yang ada sebesar itu, tapi dalam kondisi di kenyataan mungkin dapat berubah-ubah jumlah. Oleh sebab itu pada pembahasan selanjutnya akan diambil beberapa persen saja dari total kotoran yang dapat dimanfaatkan untuk bahan baku biogas di kapal Livestock Carrier KM. Camara Nusantara 1

4.2.2 Perhitungan Perencanaan Instalasi Biogas.

Pada perencanaan instalasi biogas yang akan direncanakan pada kapal KM. Camara Nusantara 1 bahan baku yang akan dimanfaatkan adalah selama proses pelayaran selama 3 hari. Dari penentuan pengambilan jumlah kotoran selama 3 hari diambil dengan berbagai pertimbangan diantaranya yaitu ketersediaan bahan baku serta ketersediaan tempat untuk menempatkan instalasi biogas serta biaya investasi.

4.2.2.1 Perhitungan Produksi Bahan Baku Biogas (Ps)

$$\text{Produksi Bahan Baku Biogas/hari (Ps)} = \Sigma \text{ sapi maksimum} \times \text{Banyak Kotor Sapi/hari} \times \text{Lama Pelayaran} \dots \dots \dots (1)$$

Berdasarkan tabel 4.2 jumlah kotoran sapi yang akan dimanfaatkan sebagai bahan baku pengembangan instalasi biogas yaitu selama pelayaran 3 hari, maka jumlah kotoran sapi yang akan dijadikan untuk bahan baku instalasi biogas (Ps) dapat ketahui pada perhitungan dibawah ini :

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Produksi Bahan Baku Biogas/hari (Ps)} &= 500 \text{ ekor} \times 25 \text{ kg} \times 3 \text{ hari} \\ \text{Total Bahan Baku Biogas} &= \mathbf{37500 \text{ kg}} \text{ selama 3 hari} \end{aligned}$$

4.2.2.2 Perhitungan Jumlah Bahan Kering (BK)

$$\text{Jumlah Bahan Kering (BK)} = \text{Produksi Bahan Baku Biogas} \times 20\% \dots \dots \dots (2)$$

Komposisi kotoran sapi terdiri dari 2 tipe yaitu cair dan padat. Bahan Kering adalah padatan murni dari kotoran yang tidak terdapat kandungan air. Perbandingan *Input Filling* ditentukan dari jumlah bahan kering. Berdasarkan tabel 4.1 jumlah bahan kering (BK) untuk kotoran sapi yaitu 20% dari total kotoran.sapi :

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Bahan Kering (BK)} &= 37500\text{kg} \times 20\% \\ \text{Jumlah Bahan Kering (BK)} &= \mathbf{7500 \text{ kg.BK}} \text{ setiap 3 hari} \end{aligned}$$

4.2.2.3 Perhitungan Potensi Volume Produksi Biogas

$$\text{Volume Biogas (VBS)} = \text{Jumlah Bahan Kering (BK)} \times \text{Faktor Pengali} \dots \dots \dots (3)$$

Faktor pengali biogas yang didasarkan dari total jumlah kering dapat untuk menentukan nilai dari Volume Produksi Biogas (VBS). Berdasarkan tabel 4.1 nilai dari

faktor pengali biogas diambil yaitu 0.04. sehingga Volume Biogas (VBS) dapat ditentukan dari persamaan berikut :

Maka,

$$\text{Volume Biogas (VBS)} = 7500\text{kg} \times 0.04$$

$$\text{Volume Biogas (VBS)} = \mathbf{300 \text{ m}^3 \text{ Biogas}}$$

4.2.2.4 Perhitungan Potensi Energi Listrik yang dihasilkan (E)

$\text{Energi Listrik yang dihasilkan (E)} = \text{Volume Biogas (VBS)} \times 2.3 \times 10^7 \text{ J (6.4 kWh)} \dots\dots\dots(4)$
--

Dari tabel 2.3 nilai bahwa 1 m³ biogas setara dengan 2.3 x 10⁷ J atau setara dengan 6.4 kWh, jadi potensi energi yang didapatkan dari jumlah volume biogas (VBS) sebesar 300 m³ dapat di hitung dari persamaan berikut :

Maka,

$$\text{Energi Listrik yang dihasilkan (E)} = 300 \times 2.3 \times 10^7 \text{ J (6.4 kWh)}$$

$$\text{Energi Listrik yang dihasilkan (E)} = \mathbf{1920 \text{ m}^3 \text{ kWh}}$$

4.3 Perencanaan Instalasi Biogas

Pemilihan peralatan instalasi biogas dan perencanaan proses produksi instalasi biogas di KM. Camara Nusantara 1 akan dibahas pada subbab ini yang sesuai dengan kebutuhan perlengkapan dari hasil perhitungan sebelumnya. Pembahasan akan difokuskan untuk perhitungan tangki digester, pemilihan peralatan instalasi biogas, dan perencanaan proses produksi instalasi.

4.3.1 Perhitungan Kapasitas Tangki Digester

Untuk menentukan suatu tangki kapasitas digester yang paling harus di perhatikan adalah komposisi dari kotoran ternak sapi dan campuran air. Jumlah kotoran sapi yang akan digunakan berdasarkan perhitungan sebelumnya yaitu 7500 kg. Untuk mencapai suatu kondisi ideal perbandingan antara kotoran sapi dengan campuran air yaitu sebesar 1 :1.

Lama penguraian (*Hydraulic Retention Time-HRT*) adalah 70% hingga 80% dari keseluruhan waktu proses pembentukan biogas. Pada suhu 25-35° C, waktu digestifikasi adalah 15 hingga 20 hari. Berdasarkan ketentuan yang ada maka dapat di tuliskan kebutuhan kapasitas digester sebagai berikut :

$\begin{aligned} &\text{Total Influen, Bahan Kering (BK) : Air (1:1)} \\ &\text{Input Filling (IF)} = \text{Bahan Kering (BK)} + \text{Air} \dots\dots\dots(5) \end{aligned}$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Input Filling (IF)} &= 7500 \text{ kg.BK} + 7500\text{kg.Air} \\ &= 15000 \text{ kg} \end{aligned}$$

$\begin{aligned} &\text{Lama Proses Penguraian (HRT)} = 16 \text{ Hari} \\ &\text{Total Volume Digester (m}^3\text{)} = \text{Input Filling (IF)} \times \text{HRT} \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$

Maka,

$$\begin{aligned}
 \text{Total Volume Digester} &= 15000 \text{ kg/hari} \times 16 \text{ hari} \\
 &= 240000 \text{ kg} \\
 \text{Total Volume Digester (m}^3\text{)} &= \text{Massa kotoran Sapi/ Massa jenis kotoran sapi} \\
 &= 207.272 \text{ m}^3 \\
 &= \mathbf{210 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

4.4 Perlengkapan Instalasi Biogas

Untuk mendistribusikan biogas agar dapat digunakan maka sangat dibutuhkan suatu perlengkapan yang menunjang instalasi biogas. Menggunakan atau memilih peralatan yang standart dimaksudkan agar terhindar dari kebocoran gas, memerangkap air agar terhindar dari kerusakan elektrik yang menggunakan bahan bakar biogas serta menaikkan kualitas gas bebsa dari kandungan air.

Sistem yang dibutuhkan untuk perlengkapan dalam instalasi biogas yaitu terdiri dari pipa-pipa bahan berupa besi, atau pun HDPE, selang, *Pressure Gauge*, *Hose Clamp*, *Water Trap*, *Ball Valve* dan *pipa joindes*, kompresor dan tangka digester. Pipa dalam system ini digunakan untuk menyalurkan biogas ke *equipment-equipment* lainnya yang dalam tugas akhir ini digunakan untuk menyuplai genset. *Pressure gauge* digunakan untuk mengukur tekanan biogas supaya diketahui bahwa biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar. Sedangkan *Watertrap* digunakan sebagai perangkap H₂O yang terdapat dalam biogas.

4.4.1 Rencana Proses Biogas.

Penggunaan perlengkapan biogas bertujuan untuk menghasilkan biogas yang optimum. Untuk mendapatkan biogas tidak terlepas dari ketersediaan kotoran sapi. Adapun penyaluran limbah sebagai bahan bakar untuk menjadi biogas melalui beberapa tahapan. Gambar 4.6 merupakan diagram proses produksi biogas pada KM. Camara Nusantara 1 secara keseluruhan.

54 % dan karbondioksida (CO_2) 27% maka biogas dapat digunakan. Kemudian biogas dialirkan menuju ke biogas storage atau compressed biogas holder.

4. *Purifier* dan Pengaliran gas ke *recervoir*.

Raw Biogas (biogas kotor) akan kurang dapat digunakan atau kurang menguntungkan jika digunakan secara langsung karena masih memiliki kandungan gas berupa H_2O , CO_2 dan H_2S . Biogas yang mengalir pertama menuju tabung pemurni biogas (*Gas Purifier*) untuk menghilangkan unsur-unsur yang tidak dibutuhkan atau yang bersifat korosif bagi generator. Butiran absorben yang ada di *Purifier* bisa didapatkan di pasaran dan diganti 2 bulan sekali. Gas yang ada dalam *purifier* gas CO_2 dan H_2O akan terabsorpsi dengan tablet NaOH atau absorben tersebut.

5. Pemanfaatan biogas sebagai suplai listrik.

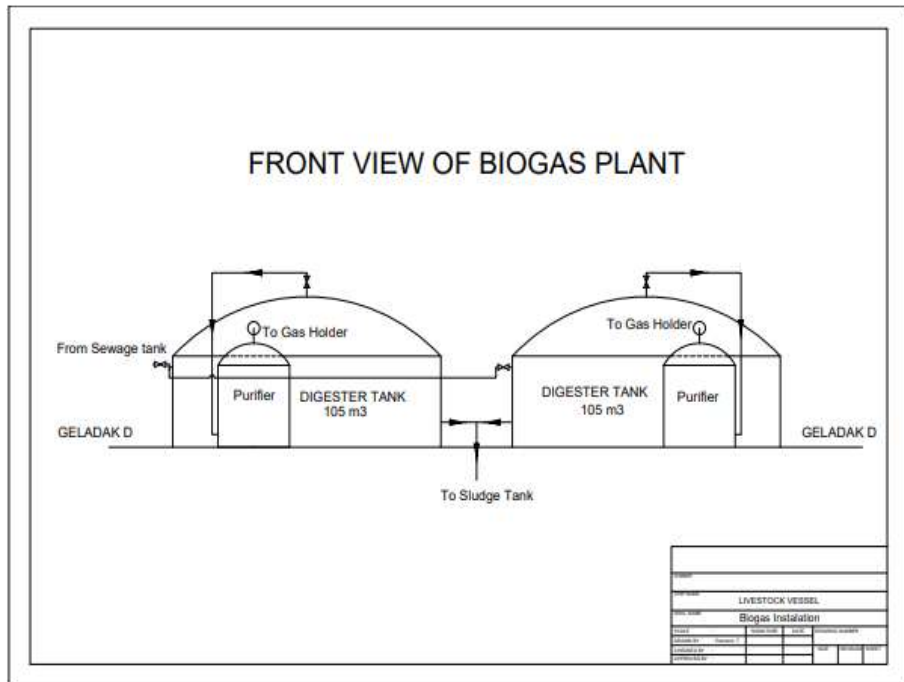
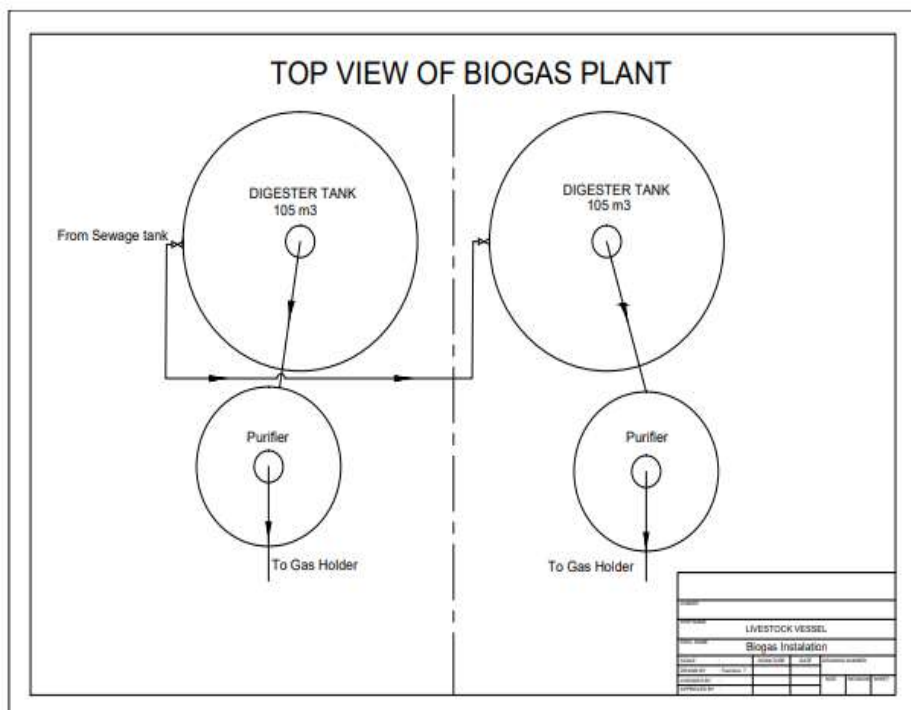
Gas yang telah dimampatkan akan digunakan untuk menyuplai sistem kelistrikan kapal dengan menggunakan genset biogas. Sehingga nantinya dapat menggantikan solar sebagai bahan bakar genset yang memiliki nilai tambah ekonomis bagi pemilik kapalnya.

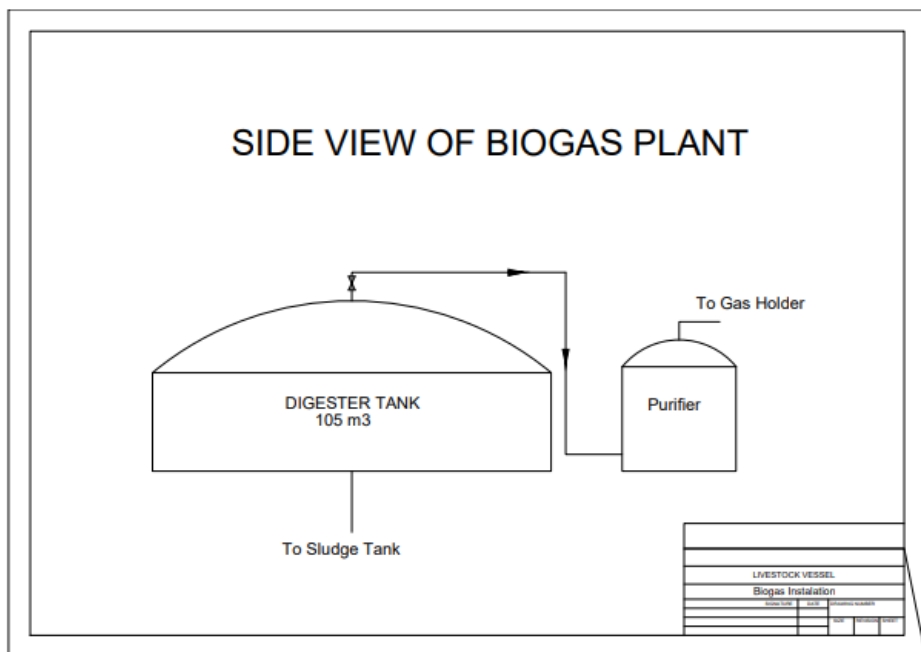
4.5 Desain dan Tata Letak Instalasi Biogas

Setelah perencanaan produksi biogas, selanjutnya dilakukan desain dari instalasi dan tata letak instalasi biogas yang sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan. Oleh karena itu, desain dan penentuan tata letak instalasi biogas yang akan dipasang sesuai dengan kebutuhan perlengkapan dari hasil perhitungan sebelumnya akan dibahas pada bagian ini. Untuk merencanakan instalasi biogas pada kapal KM. Camara Nusantara1 ini menggunakan tangka gas holder dari *fiberglass* yang dibuat khusus sebagai tempat penyimpanan instalasi biogas/.

4.5.1 Desain Instalasi Biogas 1 (*Digester & Equipment*)

Untuk jumlah dari instalasi biogas peletakan digester dan equipment terdiri masing masing 1 buah pada *portside* ataupun *starboard* yang mampu sewage hingga 108m^3 . Pada setiap bagian *portside* ataupun *starboard* ada satu buah tangka digester , 1 gas purifier, dan system perpipaan seperti katup, fitting dan pengaman lainnya. Gambar 4.7-4.9 merupakan gambar pandangan depan, atas dan samping dari instalasi biogas.

Gambar 4. 7 *Front View Of Biogas Plant*Gambar 4. 8 *Top View Of Biogas Plant*



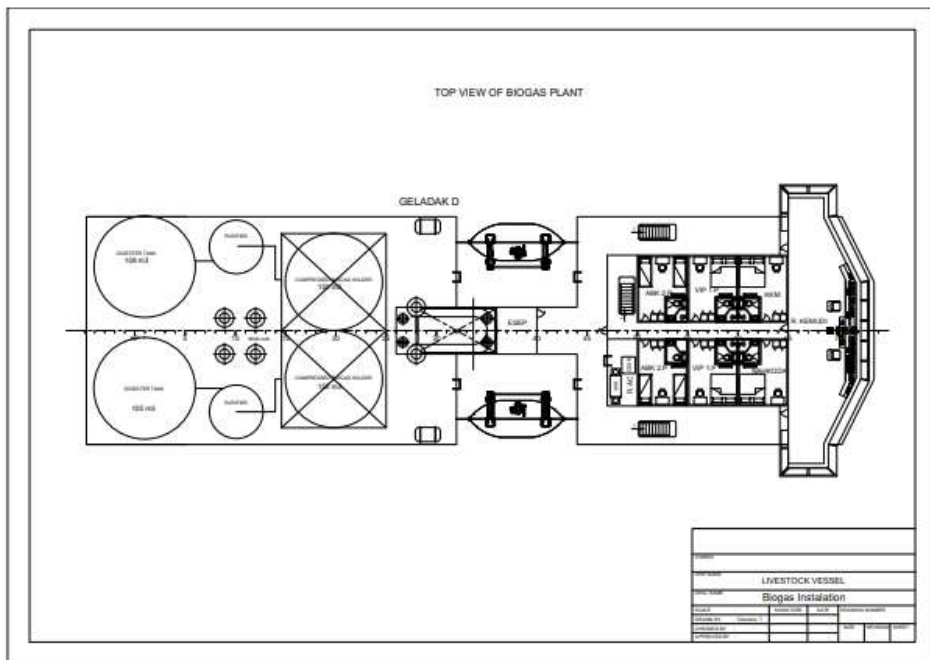
Gambar 4. 9 Front View Of Biogas Plant

Tabel 4. 3 Spesifikasi Peralatan Instalasi

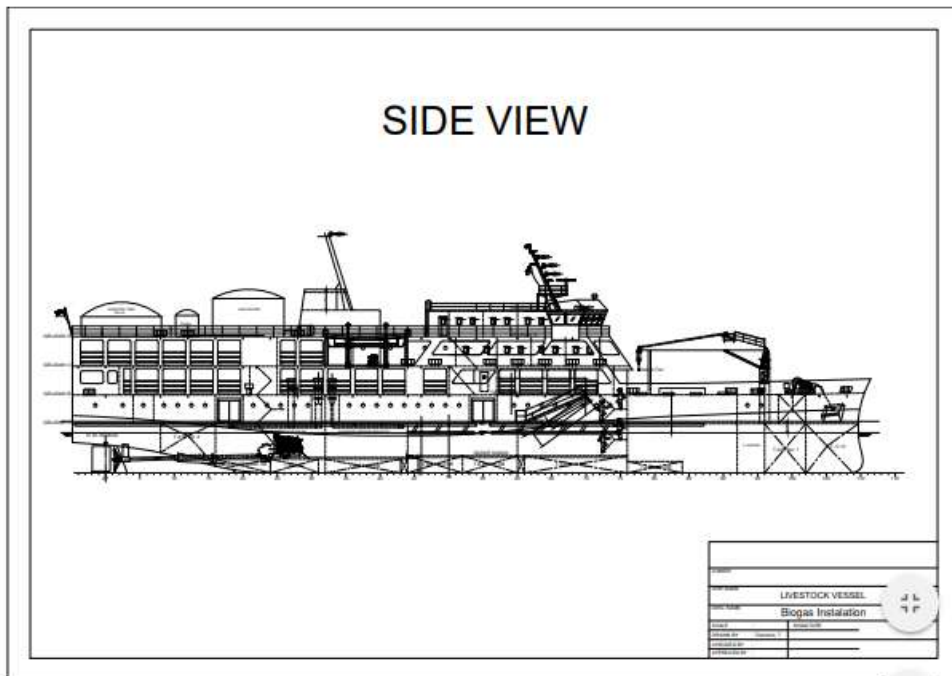
Spesifikasi Tangki Digester	
Volume	105 m ³ x 2
Dimensi	7000 mm x 6000 mm x 2500 mm
Ketebalan	3-5mm
Bahan	Fiberglass
Jenis Resin	Resin Eternal 2504
Spesifikasi Purifier	
Gas Flow	40-80 Nm ³ /hr
Dimension	2000 mm x 1600 mm x 2160 mm
Working pressure	4-40 KPa
Weight	2000 kg
Spesifikasi Biogas Holder	
Volume	150 m ³ x 2
Dimensi	7000 mm x 6000 mm x 2500 mm
Ketebalan	2-4mm
Bahan	Fiberglass
Jenis Resin	Resin Eternal 2504

4.5.2 Penentuan Lokasi dan Layout Instalasi Biogas

Ketersediaan ruangan yang ada pada kapal KM. Camara Nusantara 1 dan juga kondisi lingkungan yang sesuai sehingga dapat mempercepat proses pembentukan biogas ini adalah dasar untuk menentukan lokasi dan tata letak instalasi biogas tersebut. Pada tugas akhir kali ini desain diletakan pada geladak D kapal, dimana geladak tersebut merupakan geldak terbuka. Gambar 4.10-4.11 adalah desain tata letak dan layout instalasi biogas pada KM. Nusantara 1.



Gambar 4. 10 Lokasi penempatan Instalasi Biogas (tampak atas)



Gambar 4. 11 Lokasi penempatan Instalasi Biogas (tampak atas)

4.6 Skenario Produksi Biogas

Kapal Camara Nusantara I ini melakukan pengiriman hewan ternak dari pelabuhan Kupang menuju Pelabuhan Jakarta yaitu Tanjung Priok. Lama pengiriman atau belayar pada penulisan Tugas Akhir kali ini di estimasikan selama 3 hari.



Gambar 4. 12 Rute Operasi Kapal *Livestock Carrier* Camara Nusantara I

Sumber : <https://sea-distances.org/>

4.6.1 Waktu Proses Pengumpulan Kotoran Sapi

Pengumpulan Kotoran Sapi pada proses ini dilakukan pada saat kapal mulai berlayar pertama kali dari Pelabuhan Tenau Kupang, kotoran sapi akan dikumpulkan selama proses pengiriman sapi dari Kupang menuju Jakarta selama 3 hari. Maka direncanakan proses pengumpulan kotoran sapi sebagai berikut :

Proses pengumpulan kotoran sapi pada hari pertama dengan total sapi yang diangkut 500 ekor diestimasikan 12500 kg, pada hari kedua d estimasikan 12500 dan hari ketiga sama yaitu 12500. Jadi total **37500 kg** selama 3 hari. Langkah Berikutnya adalah proses untuk pembentukan biogas pertama kali yang akan dimasukan kedalam tangki digester, proses tersebut akan ditambahkan stater untuk mempercepat proses pembentukan biogas. Jadi lama dari pembentukan biogas pertama kali diestimasikan selama 20 hari dari awal pengumpulan kotoran sapi. Laju Pengumpan dalam adalah 6 kg setiap m^3 jadi untuk tugas akhir ini total tangki digester adalah $210 m^3$, untuk mendapatkan energy secara terus menerus maka setiap hari kotoran yang di masukan ke dalam tangki digester adalah 35 kg kotoran. Total yang di input dalam sehari pada tangki digester adalah 428 kg setiap harinya. Kotoran yang sudah terfermentasi akan mengalir otomatis menuju tangki pembuangan karena adanya inputan kotoran baru.

Pemberian *Stater* pertama kali dilakukan pada saat kapal sampai Pelabuhan Jakarta Tanjung Priok atau pada saat *unloading* hewan ternak. Estimasi dari waktu *unloading* adalah 1 hari. Kemudian ketika kapal berlayar kembali menuju pelabuhan Kupang adalah 3 hari dan pada saat proses loading membutuhkan waktu sehari jadi total adalah 5 hari. Untuk pengiriman hewan ternak selanjutnya kotoran ternak tidak dimasukan kedalam tanki digester agar proses pembentukan biogas tidak terganggu dan kotoran yang terbentuk selama pelayaran kedua akan ditampung pada sewage yang telah ada.

Kotoran yang ada pada sewage pada pengiriman hewan ternak yang kedua akan diturunkan pada pelabuhan-pelabuhan yang di lewati seperti Tanjung perak Surabaya- kemudian Tanjung Emas Semarang pada periode pengiriman ini diestimasikan selama 7 hari termasuk *loading-unloading* didalamnya. Dalam sisa waktu 9 hari untuk pembentukan biogas kotoran sapi dimasukan setiap harinya 25kg didalam digester .

4.7 Pemilihan Genset Biogas.

Pemilihan Genset Biogas pada penulisan ini didasarkan pada genset yang telah dipasang sebelumnya pada Camara Nusantara I. Genset yang terpasang pada kapal Camara Nusantara I ini sebanyak 4, dengan 3 genset utama dan 1 *emergency generator*. Berikut adalah spesifikasi dari genset yang telah terpasang dan maka maka ditentukan untuk pemilihan Genset berbahan bakar biogas atau berbahan bakar ganda. Dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Spesifikasi Genset Solar

Spesifikasi Genset Solar	
Power	140 kVa/ 112kW
Rate Voltage	380V/220V
Phases	3 phase
Frekuensi	50 Hz
Jumlah	3 Buah

Tabel 4. 5 Spesifikasi Genset Biogas

Spesifikasi Genset Biogas	
Power	156 kVa/ 125kW
Gas Engine Model	6135DRT (Hehai patent)
Alternator model	ECP34-2L/4
Rate current	216A
Rate Voltage	380V/220V
Factor	0.8 (Lag)
Frequency	50 Hx
Rate RPM	1500 rpm
Phases	3 phases 4 wires
Steady Voltage regulation	2.8%
Voltage settling time	1.5s
Instant Voltage Regulation	+20%,-15%
Start Mode	DC24V
Overload Capacity	110% continuous power load available for 1 hour per 12 hours running

Genset gas bisa berjalan dengan lancar dengan suhu tidak kurang dari 5 °C dan tidak ada pemanasan awal oli dan pendingin. Pengaturan tegangan tanpa beban adalah dari 95% hingga 105% dari tegangan pengenalan. Berat Bersih genset gas: Sekitar 2450kg, Dimensi generator gas set: 2800mm × 1000mm × 1800mm.

4.8 Analisa Kalkulasi Investasi Biogas.

Pada sub bab ini akan membahas tentang analisa kalkulasi investasi biogas yang di tinjau dari aspek ekonomis pada pengembangan desain instalasi biogas pada kapal KM. Camara Nusantara 1. Pada bagian ini terdapat pemaparan tentang kalkulasi biaya pembangunan untuk investasi dan operasional instalasi biogas, pendapatan yang diperoleh proyeksi laba –rugi, proyeksi arus kas, hingga analysis kelayakan ekonomis dari pengembangan desain instalasi biogas.

4.7.1 Biaya Investasi dan Operasional Biogas.

Pada Bagian ini akan terlebih dahulu diuraikan tentang arus pengeluaran yang terbagi dari biaya investasi dan biaya operasional. Semua pengeluaran yang terjadi selama pengembangan desain instalasi biogas disebut dengan arus biaya, arus biaya ini nantinya akan dipergunakan sebagai tolak ukur untuk menentukan total biaya yang digunakan untuk pembangunan dan pengembang instalasi biogas itulah sebabnya sebelum masuk kedalam analisa ekonomis sangat perlu unyuk diuraikan.

Biaya investasi pengembangan desain instalasi biogas akan dikeuakan ada tahap awal proyek secara keseluruhan. Dari segi keandalan umur ekonomis instalasi biogas berahan rata-rata 15 hingga 20 tahun, pada khusus ini diperkirakan masa untuk ketahanan peralatan yaitu 15 tahun. Hal ini sangat penting disebabkan berkaitan erat dengan proyeksi arus kas. Pembelian peralatan dan perlengkapan serta jasa pemasangan peralatan termasuk di dalam

4.7.2 Hasil Pemanfaatan Biogas.

Pada penggunaan instalasi biogas terdapat dua buah hasil yaitu Gas-Bio dan pupuk organik. Dari hasil tersebut bisa digunakan secara langsung ataupun dijual. Untuk hasil Gas-Bio sendiri dimanfaatkan untuk menyuplai kebutuhan listrik dikapal dan pupuk organik akan dijual. Sehingga dapat menambah nilai ekonomis baik bagi pengusaha ataupun pemilik kapal.

4.7.2.1 Pendapatan Pemanfaatan dari Gas-Bio.

Gas-Bio Merupakan gas yang dihasilkan dari proses yang terdapat pada instalasi biogas dapat juga disebut dengan gas rawa. Kandungan Gas-Bio ini memiliki perbedaan dengan kandungan gas yang lainya disisi molekul kimia. Gas Rawa ini bukan merupakan gas murni yang masih memiliki unsur lain selain gas metana. Jadi biogas juga dapat digunakan untuk bahan bakar. Pemanfaatan Biogas sebagai sumber energy listrik merupakan salah satu aletrnatif untuk mengurangi sumber energy fosil.

Berikut adalah table kesetaran nilai biogas yang digunakan untuk menghitung total pengeluaran bahan bakar fosil di bandingkan dengan biogas :

Tabel 4. 7 Table Kesetaraan nilai Biogas.

No	Keterangan	Bahan Bakar	Nilai	Satuan
1	1 m3 Biogas	Elpiji	0.45	Kg
		Minyak Tanah	0.62	Liter
		Bensin	0.80	Liter
		Solar	0.52	Liter
		Kayu Bakar	3.50	Kg

Tabel 4. 8 Penghematan Biogas Pengganti Solar.

No	Biaya Penghematan Solar menjadi Biogas	Tahun
1.	Rp267.618.000	Rp2.019
2.	Rp280.998.900	Rp2.020
3.	Rp295.048.845	Rp2.021
4.	Rp309.801.287	Rp2.022
5.	Rp325.291.352	Rp2.023
6.	Rp341.555.919	Rp2.024
7.	Rp358.633.715	Rp2.025
8.	Rp376.565.401	Rp2.026
9.	Rp395.393.671	Rp2.027
10.	Rp415.163.355	Rp2.028
11.	Rp435.921.522	Rp2.029
12.	Rp457.717.598	Rp2.030
13.	Rp480.603.478	Rp2.031
14.	Rp504.633.652	Rp2.032
15.	Rp529.865.335	Rp2.033
Total	Rp5.774.842.420	

Volume biogas yang dapat dihasilkan dari 500 ekor sapi selama 3 hari yang memiliki rute pelayaran dari Pelabuhan Kupang – Tanjung Priok Jakarta adalah 300 m³ setiap 3 hari atau setara dengan produksi solar 156 liter setiap 3 hari. Jika di kalkulasikan dalam nilai tukar rupiah maka dapat menekan biaya sebesar Rp.2.199.600 setiap 3 hari sekali. Jadi setiap tahunnya dapat menghemat Rp. 267.618.000.

4.7.2.2 Pendapatan Pemanfaatan dari Pupuk Organik.

Dari sisa-sisa proses fermentasi biogas menghasilkan produk tambahan yaitu berupa bahan baku sisa. Bahan baku sisa ini merupakan bahan pupuk mentah organik, yang bisa diolah menjadi pupuk yang dapat langsung untuk digunakan. Pupuk yang dihasilkan dari proses fermentasi ini dapat menambah nilai ekonomis yang akan menguntungkan pihak pemilik kapal.

Ada beberapa jenis pupuk dan salah satu jenis pupuk adalah pupuk kompos. Pupuk kompos ini adalah pupuk yang berasal dari bahan organik yang telah mengalami pembusukan karena ada bakteri pembusuk (mikroorganisme) yang ada didalamnya. Dikatakan dalam bahan organik yaitu seperti daun, kotoran ternak, rumput, jerami dan lainnya. Pupuk kompos sangat baik digunakan, karena dapat mengurangi sampah yang dianggap mencemari suatu lingkungan serta dapat meningkatkan nilai produksi pada bidang pertanian.

Pada lingkup kajian ini pupuk terbagi menjadi 2 yaitu pupuk cair dan pupuk padat yang berasal dari instalasi biogas, pupuk tersebut tergolong pupuk organik karena berasal dari sewage yang telah di fermentasikan. Untuk analisa finansial pupuk akan dijual dalam bahan mentah karena pengolah hanya akan menjual pupuk dengan kemasan 2kg/bungkus dan untuk pupuk cair hanya menghasilkan 2 liter perbotol. Pada khusus ini analisa ekonomis pupuk akan di jual dalam bentuk mentah. Untuk pendapatan dari hasil penjualan di rinci pada table 4.10 (Estimasi harga pupuk mentah /Belum Diolah Rp. 1100/kg)

Tabel 4. 9 Pendapatan Pupuk.

Potensi Pupuk (Hari)	Potensi Pupuk (Bulan)	Potensi Pupuk (Tahun)	Harga Pupuk per Kg
2500	75000	900000	Rp 900
kg	kg	kg	
Pendapatan (Hari)	Pendapatan (Hari)	Pendapatan (Tahun)	
Rp 2.250.000	Rp 67.500.000	Rp 810.000.000	

Keterangan :

- 2500 didapatkan jumlah rata-rata pupuk organik yang di hasilkan dari Input Filling perhari sebesar 50-60% dari total keseluruhan.
- Rp. 900 merupakan *Raw Material* pupuk ornganik atau pupuk mentah dalam satu kilogram

Tabel 4. 10 Tabel 4.10 Rincian Pendapatan Pengembangan Instalasi Biogas

Pendapatan Usaha	Rp2.019	Rp2.020	Rp2.021	Rp2.022
Pemanfaatn Hasil Biogas				
Konversi Pupuk Organik	Rp810.000.000	Rp850.500.000	Rp893.025.000	Rp937.676.250
Jumlah Biogas	300 m3	300 m3	300 m3	300 m3
Total Pendapatan Usaha	Rp810.000.000	Rp850.500.000	Rp893.025.000	Rp937.676.250
Pendapatan Usaha	Rp2.023	Rp2.024	Rp2.025	Rp2.026
Pemanfaatn Hasil Biogas				
Konversi Pupuk Organik	Rp984.560.063	Rp1.033.788.066	Rp1.085.477.469	Rp1.139.751.342
Jumlah Biogas	300 m3	300 m3	300 m3	300 m3
Total Pendapatan Usaha	Rp984.560.063	Rp1.033.788.066	Rp1.085.477.469	Rp1.139.751.342
Pendapatan Usaha	Rp2.027	Rp2.028	Rp2.029	Rp2.030
Pemanfaatan Hasil Biogas				
Konversi Pupuk Organik	Rp1.196.738.909	Rp1.256.575.855	Rp1.319.404.648	Rp1.385.374.880
Jumlah Biogas	300 m3	300 m3	300 m3	300 m3
Total Pendapatan Usaha	Rp1.196.738.909	Rp1.256.575.855	Rp1.319.404.648	Rp1.385.374.880

Pendapatan Usaha	Rp2.031	Rp2.032	Rp2.033
Pemanfaatn Hasil Biogas			
Konversi Pupuk Organik	Rp1.454.643.624	Rp1.527.375.805	Rp1.603.744.596
Jumlah Biogas	300 m3	300 m3	301 m3
Total Pendapatan Usaha	Rp1.454.643.624	Rp1.527.375.805	Rp1.603.744.596

4.7.3 Proyeksi Laba Rugi Pemanfaatan Biogas

Proyeksi Laba Rugi adalah Proyeksi untuk menunjukkan suatu tingkat kerugian atau keuntungan keuangan suatu perusahaan dala periode tertentu selama umur ekonomis. Jika nilai positif laba setelah pajak ditunjukkan berarti dapat dikatakan untung untuk pengembangan suatu proyek. Tabel 4.11 adalah rincian dari proyeksi laba rugi dalam pengembangan instalasi biogas.

Tabel 4. 11 Proyeksi Laporan Laba-Rugi Pengembangan Instalasi Biogas

Keterangan	2019	2020	2021	2022
Pendapatan Biogas	Rp 810.000.000	Rp 850.500.000	Rp 893.025.000	Rp 937.676.250
Total Pendapatan	Rp 810.000.000	Rp 850.500.000	Rp 893.025.000	Rp 937.676.250
(+) Biaya Penghematan	Rp 267.618.000	Rp 295.048.845	Rp 295.048.845	Rp 309.801.287
(-) Biaya Operasioanal	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
Keuntungan Sebelum Pajak	Rp 977.618.000	Rp 1.045.548.845	Rp 1.088.073.845	Rp1.147.477.537
Laba (Rugi) Bersih Sebelum Pajak	Rp 977.618.000	Rp 1.045.548.845	Rp 1.088.073.845	Rp1.147.477.537
(-)Pajak Penghasilan	Rp 97.761.800	Rp 104.554.885	Rp 108.807.385	Rp 114.747.754
Laba (Rugi) Bersih Setelah Pajak	Rp 879.856.200	Rp 940.993.961	Rp 979.266.461	Rp1.032.729.784

Keterangan	2023	2024	2025	2026
Pendapatan Biogas	Rp 984.560.063	Rp 1.033.788.06 6	Rp 1.085.477.46 9	Rp1.139.751.34 2
Total Pendapatan	Rp 984.560.063	Rp 1.033.788.06 6	Rp 1.085.477.46 9	Rp1.139.751.34 2
(+) Biaya Penghematan	Rp 325.291.352	Rp 341.555.919	Rp 358.633.715	Rp 376.565.401
(-) Biaya Operasioanal	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
Keuntungan Sebelum Pajak	Rp 1.209.851.41 4	Rp 1.275.343.98 5	Rp 1.344.111.18 4	Rp1.416.316.74 3
Laba (Rugi) Bersih Sebelum Pajak	Rp 1.209.851.41 4	Rp 1.275.343.98 5	Rp 1.344.111.18 4	Rp1.416.316.74 3
(-)Pajak Penghasilan	Rp 120.985.141	Rp 127.534.398	Rp 134.411.118	Rp 141.631.674
Laba (Rugi) Bersih Setelah Pajak	Rp 1.088.866.27 3	Rp 1.147.809.58 6	Rp 1.209.700.06 6	Rp1.274.685.06 9
Keterangan	2027	2028	2029	2030
Pendapatan Biogas	Rp 1.196.738.90 9	Rp 1.256.575.85 5	Rp 1.319.404.64 8	Rp1.385.374.88 0
Total Pendapatan	Rp 1.196.738.90 9	Rp 1.256.575.85 5	Rp 1.319.404.64 8	Rp1.385.374.88 0
(+) Biaya Penghematan	Rp 395.393.671	Rp 415.163.355	Rp 435.921.522	Rp 457.717.598
(-) Biaya Operasioanal	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
Keuntungan Sebelum Pajak	Rp 1.492.132.58 0	Rp 1.571.739.20 9	Rp 1.655.326.17 0	Rp1.743.092.47 8
Laba (Rugi) Bersih Sebelum Pajak	Rp 1.492.132.58 0	Rp 1.571.739.20 9	Rp 1.655.326.17 0	Rp1.743.092.47 8
(-)Pajak Penghasilan	Rp 149.213.258	Rp 157.173.921	Rp 165.532.617	Rp 174.309.248
Laba (Rugi) Bersih Setelah Pajak	Rp 1.342.919.32 2	Rp 1.414.565.28 9	Rp 1.489.793.55 3	Rp1.568.783.23 1

Keterangan	2031	2032	2033
Pendapatan Biogas	Rp 984.560.063	Rp 1.033.788.066	Rp 1.085.477.469
Total Pendapatan	Rp 984.560.063	Rp 1.033.788.066	Rp 1.085.477.469
(+) Biaya Penghematan	Rp 480.603.478	Rp 504.633.652	Rp 529.865.335
(-) Biaya Operasional	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
Keuntungan Sebelum Pajak	Rp 1.365.163.541	Rp 1.438.421.718	Rp 1.515.342.804
Laba (Rugi) Bersih Sebelum Pajak	Rp 1.365.163.541	Rp 1.438.421.718	Rp 1.515.342.804
(-)Pajak Penghasilan	Rp 136.516.354	Rp 143.842.172	Rp 151.534.280
Laba (Rugi) Bersih Setelah Pajak	Rp 1.228.647.187	Rp 1.294.579.546	Rp 1.363.808.523

4.7.4 Proyeksi Laporan Arus Kas (Cash Flow)

Proyeksi arus kas ini adalah anggaran keuangan yang di tampilkan untuk semua pendapatan dan pengeluaran dimasa yang akan datang, fungsi dari cash flow ini adalah untuk melihat kemampuan usaha dala menciptakan surplus dan deficit keuangan. Tabel 4.12 menampilkan proyeksi arus kas pemanfaatan instalasi biogas secara keseluruhan selama umur ekonomis.

Tabel 4. 12 Proyeksi Laporan Arus Kas (Cash Flow) Pengembangan Instalasi Biogas

Keterangan	2018	2019	2020	2021	2022
Aktivitas Operasi					
Pendapatan :					
Penerimaan Tunai		Rp 810.000.000	Rp 850.500.000	Rp 893.025.000	Rp 937.676.250
Total Penerimaan		Rp 810.000.000	Rp 850.500.000	Rp 893.025.000	Rp 937.676.250

Keterangan	2018	2019	2020	2021	2022
Pengeluaran :					
Biaya Awal Investasi	Rp 529.963.500				
Biaya Perawatan dan Operasional	Rp 100.000.000	Rp 110.000.000	Rp 121.000.000	Rp 133.100.000	Rp 146.410.000
Aktivitas Operasi Arus Kas Bersih		Rp 700.000.000	Rp 729.500.000	Rp 759.925.000	Rp 791.266.250
Pajak Penghasilan (10%)		Rp 81.000.000	Rp 85.050.000	Rp 89.302.500	Rp 93.767.625
Angsuran Bank (Bunga 10%)		Rp 95.754.452	Rp 95.754.452	Rp 95.754.452	Rp 95.754.452
Total Pengeluaran	Rp 629.963.500	Rp 286.754.452	Rp 301.804.452	Rp 318.156.952	Rp 335.932.077
Kegiatan Pendanaan					
Penerimaan :					
Peminjaman Investasi	Rp 478.772.260				
Modal Pemilik	Rp 157.490.875				
Total Pendanaan	Rp 636.263.135				
Defisit/Surplus	Rp 6.299.635	Rp 523.245.548	Rp 548.695.548	Rp 574.868.048	Rp 601.744.173
Saldo Kas Awal	Rp -	Rp 6.299.635	Rp 529.545.183	Rp 1.078.240.731	Rp 1.653.108.779
Saldo Kas Akhir Periode	Rp 6.299.635	Rp 529.545.183	Rp 1.078.240.731	Rp 1.653.108.779	Rp 2.254.852.952

Keterangan	2023	2024	2025	2026
Aktivitas Operasi				
Pendapatan :				
Penerimaan Tunai	Rp 984.560.063	Rp 1.033.788.066	Rp 1.085.477.469	Rp 1.139.751.342
Total Penerimaan	Rp 984.560.063	Rp 1.033.788.066	Rp 1.085.477.469	Rp 1.139.751.342
Pengeluaran :				
Biaya Awal Investasi				
Biaya Perawatan dan Operasional	Rp 161.051.000	Rp 177.156.100	Rp 194.871.710	Rp 214.358.881
Aktivitas Operasi Arus Kas Bersih	Rp 823.509.063	Rp 856.631.966	Rp 890.605.759	Rp 925.392.461
Pajak Penghasilan (10%)	Rp 98.456.006	Rp 103.378.807	Rp 108.547.747	Rp 113.975.134
Angsuran Bank (Bunga 10%)	Rp 95.754.452	Rp 95.754.452	Rp 95.754.452	Rp 95.754.452
Total Pengeluaran	Rp 355.261.458	Rp 376.289.359	Rp 399.173.909	Rp 424.088.467
Kegiatan Pendanaan				
Penerimaan				
Peminjaman Investasi				
Modal Pemilik				
Total Pendanaan				
Defisit/Surplus	Rp 629.298.604	Rp 657.498.707	Rp 686.303.560	Rp 715.662.875
Saldo Kas Awal	Rp 1.653.108.779	Rp 2.282.407.383	Rp 2.939.906.090	Rp 3.626.209.650
Saldo Kas Akhir Periode	Rp 2.282.407.383	Rp 2.939.906.090	Rp 3.626.209.650	Rp 4.341.872.525

Keterangan	2027	2028	2029	2030
Aktivitas Operasi				
Pendapatan :				
Penerimaan Tunai	Rp 1.196.738.909	Rp 1.256.575.855	Rp 1.319.404.648	Rp 1.385.374.880
Total Penerimaan	Rp 1.196.738.909	Rp 1.256.575.855	Rp 1.319.404.648	Rp 1.385.374.880
Pengeluaran :				
Biaya Awal Investasi				
Biaya Perawatan dan Operasional	Rp 235.794.769	Rp 259.374.246	Rp 285.311.671	Rp 313.842.838
Aktivitas Operasi Arus Kas Bersih	Rp 960.944.140	Rp 997.201.609	Rp 1.034.092.977	Rp 1.071.532.042
Pajak Penghasilan (10%)	Rp 119.673.891	Rp 125.657.585	Rp 131.940.465	Rp 138.537.488
Angsuran Bank (Bunga 10%)	Rp 95.754.452	Rp 95.754.452	Rp 95.754.452	Rp 95.754.452
Total Pengeluaran	Rp 451.223.112	Rp 480.786.284	Rp 513.006.587	Rp 548.134.778
Kegiatan Pendanaan				
Penerimaan				
Peminjaman Investasi				
Modal Pemilik				
Total Pendanaan				
Defisit/Surplus	Rp 745.515.797	Rp 775.789.571	Rp 806.398.060	Rp 837.240.102
Saldo Kas Awal	Rp -	Rp 745.515.797	Rp 1.521.305.369	Rp 2.327.703.429
Saldo Kas Akhir Periode	Rp 745.515.797	Rp 1.521.305.369	Rp 2.327.703.429	Rp 3.164.943.532

Keterangan	2031	2032	2033
Aktivitas Operasi			
Pendapatan :			
Penerimaan Tunai	Rp 1.454.643.624	Rp 1.527.375.805	Rp 1.603.744.596
Total Penerimaan	Rp 1.454.643.624	Rp 1.527.375.805	Rp 1.603.744.596
Pengeluaran :			
Biaya Awal Investasi			
Biaya Perawatan dan Operasional	Rp 345.227.121	Rp 379.749.834	Rp 417.724.817
Aktivitas Operasi Arus Kas Bersih	Rp 1.109.416.503	Rp 1.147.625.972	Rp 1.186.019.779
Pajak Penghasilan (10%)	Rp 145.464.362	Rp 152.737.581	Rp 160.374.460
Angsuran Bank (Bunga 10%)	Rp 95.754.452	Rp 95.754.452	Rp 95.754.452
Total Pengeluaran	Rp 586.445.936	Rp 628.241.866	Rp 673.853.728
Kegiatan Pendanaan			
Penerimaan			
Peminjaman Investasi			
Modal Pemilik			
Total Pendanaan			
Defisit/Surplus	Rp 868.197.688	Rp 899.133.939	Rp 929.890.867
Saldo Kas Awal	Rp -	Rp 868.197.688	Rp 1.767.331.627
Saldo Kas Akhir Periode	Rp 868.197.688	Rp 1.767.331.627	Rp 2.697.222.494

4.7.5 Payback Period

Dalam menghitung jangka waktu pengembalian atau pemulihan instalasi investasi yang telah di keluarkan dengan tola nilai sekarang arus kas akan menghasilkan payback period. Jika suatu investasi cepat dalam masa pengembalian, maka semakin baik usaha tersebut untuk dijalankan. Rumus payback period adalah sebagai berikut.

$$\text{Payback period} = n + \frac{a - b}{c - b} + 1 \text{ tahun}$$

Keterangan :

n : Tahun terakhir dimana jumlah arus kas masih belum bias menutup biaya investasi awal.

a : jumlah investasi awal

b : jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke -n

c : Jumlah arus

Kriteria payback period :

- Proyek/usaha layak apabila pemilihan modal investasi lebih pendek dari umur ekonomis
- Proyek/usaha tidak layak apabila masa pemulihan modal investasi lebih lama dari umur ekonomisnya

Pembahasan :

Berikut dibahas jangka waktu pengambilan dari hasil keuntungan penjualan pupuk yang sudah ada dibawah ini merupakan perumusan dan hasil perhitungan waktu pengembalian.

$$\text{Payback period} = n + \frac{a - b}{c - b} + 1 \text{ tahun}$$

$$\text{Payback period} = 2 + \frac{Rp, 629.963.500 - Rp, 529.545.183}{Rp, 1.078.240.731 - Rp, 529.545.183} + 1 \text{ tahun}$$

$$\text{Payback period} = 2 + \frac{Rp, 106.717.952}{Rp, 548.695.548} + 1 \text{ tahun}$$

$$\text{Payback period} = 2 + \frac{Rp, 106.717.952}{Rp, 548.695.548} + 1 \text{ tahun}$$

$$\text{Payback Period} = 3,194 \text{ tahun}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil yang telah di analisa secara teknis dan ekonomis tentang pemanfaatan biogas sebagai suplai kelistrikan kapal pada KM. Nusantara 1. Dapat disimpulkan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Jumlah Kotoran Sapi yang dihasilkan dari 500 ekor dengan rute pengiriman dari pelabuhan Kupang menuju pelabuhan Tanjung Priok adalah 37500 kg selama 3 hari memiliki potensi sebagai bahan baku biogas dimana dapat dimanfaatkan sebagai sumber kelistrikan pada Kapal KM. Camara Nusantara 1.
2. Perencanaan Instalasi Biogas menggunakan 2 buah tangki digester yang memiliki kemampuan daya tampung *input filling* 108 m³. Dengan bahan baku biogas kotoran sapi yang akan dimanfaatkan adalah 7500 kg.BK setiap 3 hari.
3. Pada “Geladak D” kapal KM. Camara Nusantara 1 adalah tempat komponen-komponen instalasi biogas diletakkan seperti tangki digester yang berbentuk kubah yang terbuat dari fiberglass dan *gas holder* yang memiliki bahan sama dengan tangki digester serta semua alat penunjang lainnya yang akan diletakan pada geladak tersebut.
4. Hasil dari penyetaraan pemanfaatan biogas sebesar 300 m³ setiap 3 hari setara dengan energy listrik yang di hasilkan 1920 kWh. Maka didapatkan genset biogas dengan power 156 kVa.
5. Biaya penghematan pembelian bahan bakar solar yang digantikan dengan biogas setiap tahunnya dapat menghemat sebesar Rp. 267.618.000. dengan umur ekonomis selama 15 tahun maka pengeluaran total dapat ditekan sebesar Rp5.774.842.420.
6. Umur ekonomis dari instalasi adalah 15 tahun untuk biaya investasi dan operasional yang di perlukan dalam pengembangan instalasi biogas adalah sebesar Rp, 629.963.500.
7. Hasil yang didapatkan dari pemanfaatan biogas selama umur ekonomis instalasi 15 tahun adalah sebesar Rp. 879.856.200 per tahun yang hanya didapatkan dari hasil penjualan *Raw Material* pupuk organik.
8. Dalam umur ekonomis perencanaan instalasi biogas untuk pengembangan bisnis didapatkan *payback period* selama 3.194 tahun. Hasil yang didapatkan dari analisa teknis dan ekonomis untuk pengembangan serta perencanaan instalasi biogas dikapal KM. Camara Nusantara 1 Layak untuk diterapkan sebagai suplai kelistrikan kapal dan invetasi jangka panjang.

5.2 Saran

Dari penelitian tugas akhir ini beberapa saran dan rekomendasi yang dapat diberikan sebagai berikut ini :

1. Penelitian biogas sebagai sumber kelistrikan kapal memerlukan kajian berkelanjutan mengenai stabilitas dan konstruksi pada kapal KM. Camara Nusantara 1.
2. Perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai spesifikasi penggunaan biogas sebagai bahan bakar genset pengganti solar agar dapat digunakan untuk memilih spesifikasi genset dengan tepat.
3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk menerapkan instalasi biogas kedepannya agar dapat diterapkan secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

Didit Waskito, 2011. “*Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Dengan Pemanfaatan Kotoran Sapi Di Kawasan Usaha Peternakan Sapi.*” Jakarta : Tesis Fakultas Teknik Program Magister Teknik Manajemen Energi dan Ketenagalistrikan Universitas Indonesia

Sri Wahyuni, MP. (2013). *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta :

Fitri, Sutopo Purwono. (2017). *Research Methodology*. Surabaya: Jurusan Teknik Sistem perkapalan, Dakultas Teknologi Sepuluh Nopember

Gurning, Raja Olan Saut. 2018. *Maritime Bussiness*. Bahan Ajar. Surabaya: Program S1 Teknik Sistem Perkapalan ITS

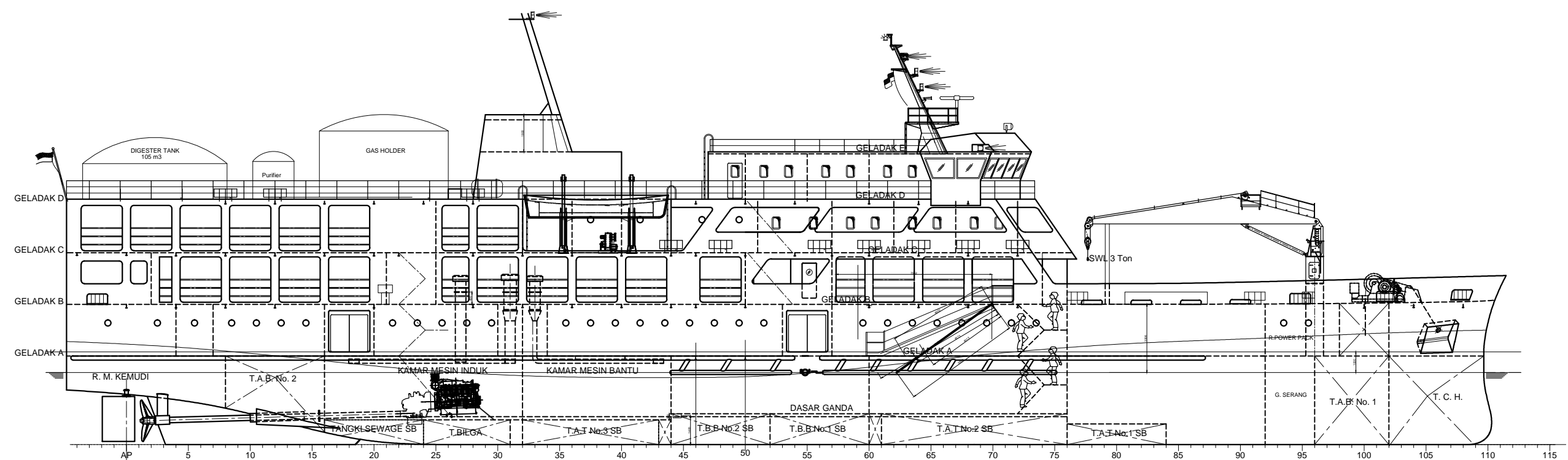
Ibrahim, yacob, 1998 .*Studi Kelayakan Bisnis*. Edisi Pertama: Rineka Cipta, Jakarta

Naufal Nazih. (2017) *Analisa Teknis dan Ekonomis Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku Biogas Pada Kapal Pengangkut Ternak (Livstock Carrier) KM. Camara Nusantara 1. Surabaya : Jurusan Teknik Sistem Perkapalan-Fakultas Teknologi Kelautan-Institut Teknologi Sepuluh Nopember.*

Widhi Aprilia, dkk. 2017. “*Pemanfaatan BIOTERNATIVE LECTURER (Biogas as Alternatif of Electrical Supply for Lifestock Carrier) dari Pelabuhan Tenau Kupang Nusa Tenggara Timur ke Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta*” Surabaya : ISSC Paper Competition Institute Teknologi Sepuluh November.

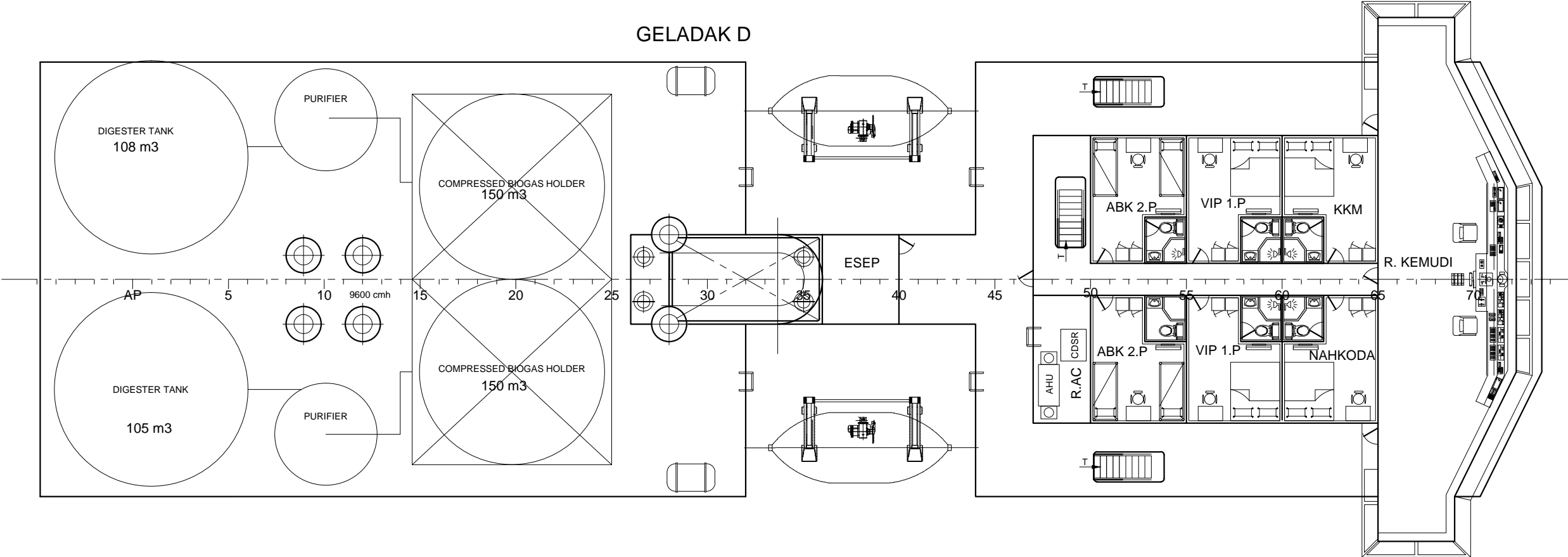
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

SIDE VIEW



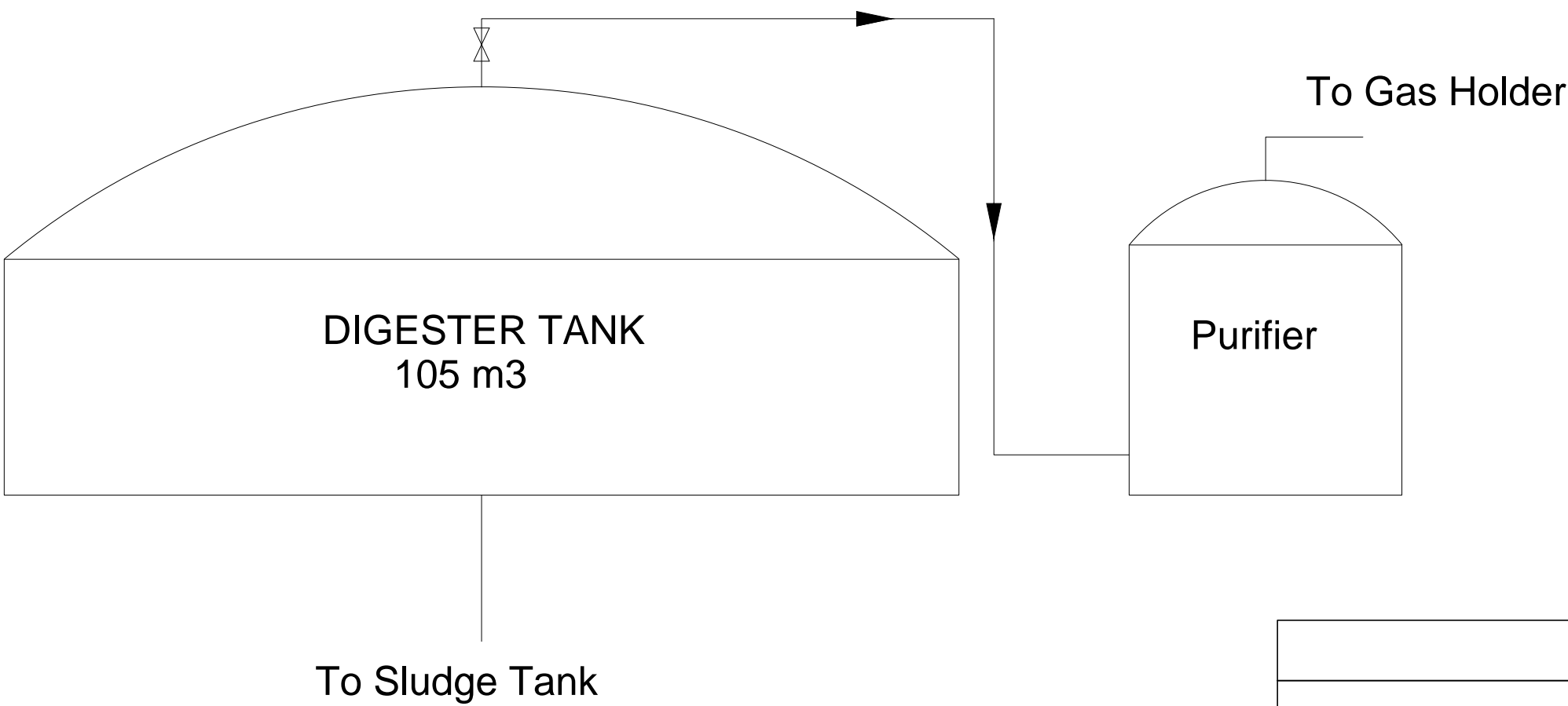
OWNER	
SHIP NAME	
LIVESTOCK VESSEL	
DWG. NAME	
Biogas Instalation	
SCALE :	SIGNATURE
DRAWN BY : Triantono. T	
CHECKED BY :	
APPROVED BY :	

TOP VIEW OF BIOGAS PLANT

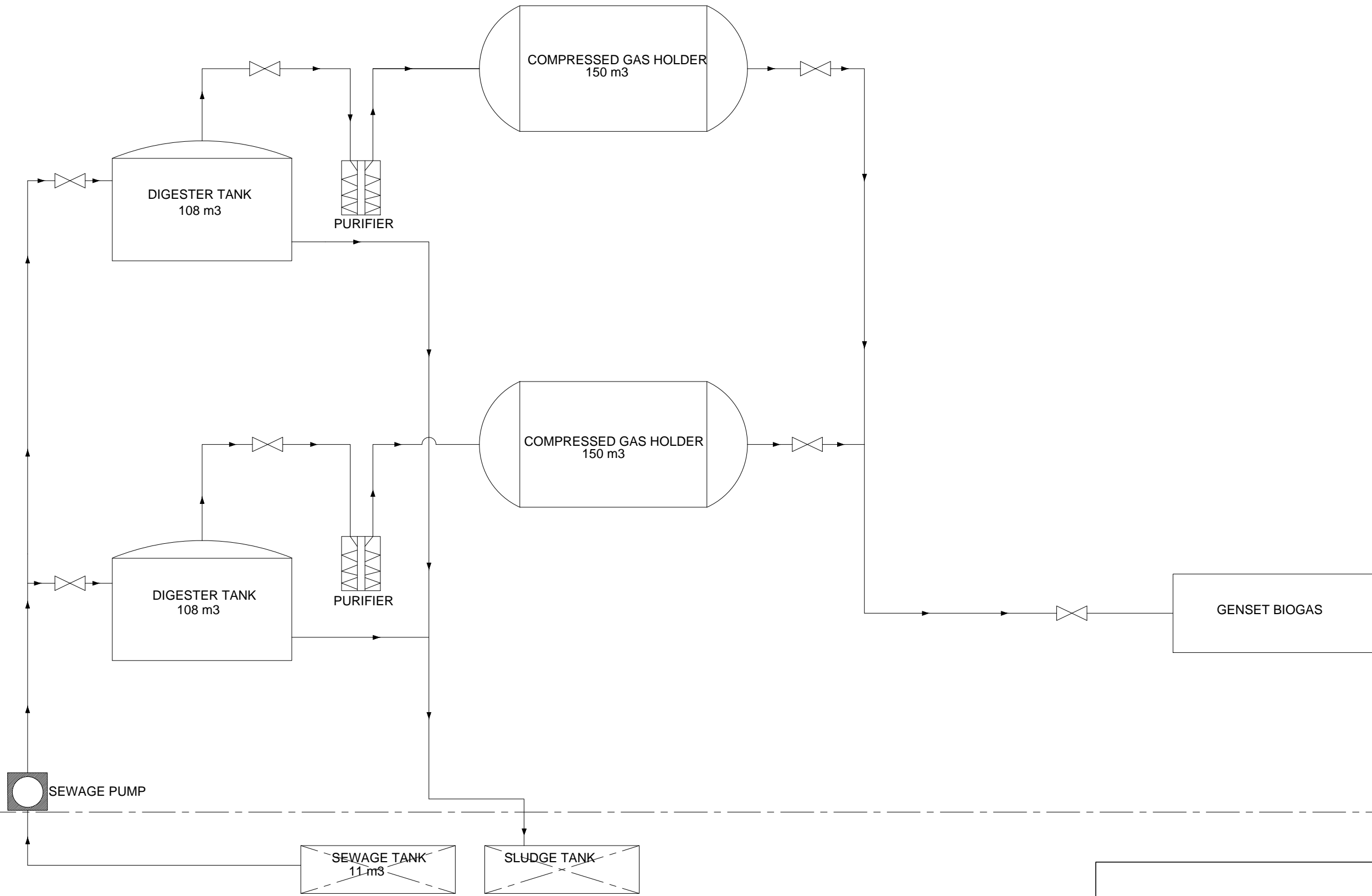


OWNER						
SHIP NAME						
LIVESTOCK VESSEL						
DWG. NAME						
Biogas Instalation						
SCALE	:	SIGNATURE	DATE	DRAWING NUMBER		
DRAWN BY	:	Triantono. T				
CHECKED BY	:					
APPROVED BY	:					
				SIZE	REVISION	SHEET

SIDE VIEW OF BIOGAS PLANT

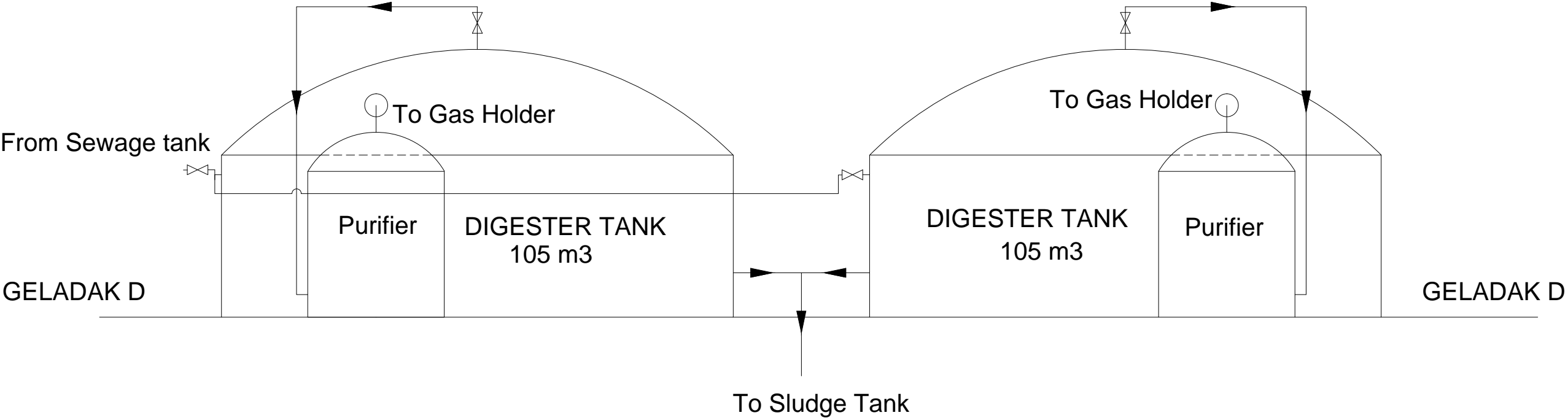


LIVESTOCK VESSEL			
Biogas Instalation			
SIGNATURE	DATE	DRAWING NUMBER	
		SIZE	REVISION SHEET



OWNER						
SHIP NAME						
LIVESTOCK VESSEL						
DWG. NAME						
Biogas Instalation						
SCALE	:	SIGNATURE	DATE	DRAWING NUMBER		
DRAWN BY	:	Triantono. T				
CHECKED BY	:			SIZE	REVISION	SHEET
APPROVED BY	:					

FRONT VIEW OF BIOGAS PLANT



OWNER						
SHIP NAME						
LIVESTOCK VESSEL						
DWG. NAME						
Biogas Instalation						
SCALE	:		SIGNATURE	DATE	DRAWING NUMBER	
DRAWN BY	:	Triantono. T				
CHECKED BY	:				SIZE	REVISION
APPROVED BY	:					SHEET



1. Model : 120GFT54

Continuous Power : 110kW/138KVA

Standby Power : 125kW/156KVA

Gas engine model: 6135DRT (Hehai patent)

Alternator model: ECP34-2L/4 (Meccalte)

Rated Current : 216A

Rated Voltage : 400V/230v

Factor : 0.8 (Lag)

Frequency : 50Hz

Rated RPM : 1500r.p.m

Phases : 3 phase 4 wires

Steady Voltage regulation : $\pm 2.8\%$

Voltage settling time : 1.5s

Instant Voltage Regulation : +20%, -15%

Frequency regulation : 0~8% available

RPM regulation : $\leq 0.9\%$

Frequency recovery time : $\leq 4s$

Voltage regulation: $\leq \pm 0.8\%$

Start mode : DC24V

Battery charging mode : Gas engine with alternator

Overload capacity : 110% continuous power load available for 1 hour per 12 hours running。

2. The insulation between the phases and earth is not less than 2 MΩ.

3. The generator set comes with copper grounding bolts and obvious ground label

4. The gas generator set could start smoothly with temperature not less than 5°C and no preheating of oil and coolant.

5. The no-load voltage regulation is from 95% to 105% of the rated voltage

6. Net Weight of gas generator set : About 2450kg

7. Dimension of gas generator set : 2800mm×1000mm×1800mm。

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

BIOGRAFI PENULIS



Triantono Taufik, Lahir di Kabupaten Madiun pada tanggal 6 Oktober 1993. Anak ke 3 dari 3 bersaudara. Lahir dari pasangan Almarhum Witoyo dan Tutik Tim Suwarti. Masa Kecil penulis dilewati di kampung halamannya yaitu kabupaten Madiun. Penulis selama ini telah menempuh pendidikan formal diantaranya SDN Ngampel 1, SMPN 1 Mejayan, dan SMAN 2 Mejayan. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Atas tepatnya pada tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan Diploma III Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro (UNDIP), Semarang. Pengalaman organisasi penulis selama di Diploma di antara Staff Pengembangan

Sumber Daya Mahasiswa dan pernah menjadi ketua Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan. Setelah menyelesaikan pendidikan Diploma penulis melanjutkan pendidikan program lintas jalur Sarjana di Kota Pahlawan, Surabaya. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS). Selama menjadi mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) penulis aktif sebagai asisten praktikum (*Grader*) pada Laboratorium Marine Electrical & Automation System (MEAS) pada tahun 2018.